

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Greyce Arrua Storgatto

**A “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”:
CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO**

Santa Maria, RS
2016

Greyce Arrua Storgatto

A “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientadora: Prof^a Dr^a Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS, Brasil
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática
da Biblioteca Central da UFSM, com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Storgatto, Greyce Arrua

A "Química na Odontologia": Contribuições para o Ensino /
Greyce Arrua Storgatto.-2016

232 p.; 30cm

Orientador: Mara Elisa Fortes Braibante

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2016

1. Oficinas temáticas 2. Química na Odontologia 3.
Ensino e aprendizagem I. Fortes Braibante, Mara Elisa
II. Título.

Greyce Arrua Storgatto

A “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

Aprovado em 15 de janeiro de 2016:

Mara Elisa Fortes Braibante, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Tania Denise Miskinis Salgado, Dra. (UFRGS)

Cláudia Smaniotto Barin, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

Dedico este trabalho aos meus pais, Nilton e Jeanice,
ao meu irmão, Marcos
e ao meu noivo, Rafael.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Mãe Rainha, por me conduzirem e me permitirem chegar até aqui. Sei que minha fé é, todos os dias, meu impulso e apoio.

Aos meus pais, Nilton e Jeanice: a alegria de dedicar este trabalho a vocês não se expressa em palavras. Meu orgulho, gratidão e admiração por vocês são infinitos. Ao meu pai: um agradecimento especial pelas explicações, por mais ingênuas que fossem minhas dúvidas, sobre a incrível “arte” da Odontologia, exercida por ti com amor e dedicação há tantos anos. O gosto por unir o ensino de Química com a Odontologia certamente tem a tua influência, o teu amor pelo que faz. À minha mãe, por ser meu maior exemplo de superação e força de vontade na vida. Por me incentivar, com entusiasmo e alegria, dizendo que tudo daria certo, sempre. O que me motiva é saber que o resultado dos meus esforços te leva alegrias e, por isso, tenha a certeza: jamais medirei esforços para te fazer sorrir.

Ao meu irmão, Marcos, por demonstrar tanto afeto e apoio, mesmo longe. Agradeço por me receber com tanto carinho em Chapecó, mesmo com minhas visitas mais escassas. A distância e a saudade nos fizeram mais próximos. Obrigada pelo incentivo! Agradeço também à minha cunhada, Samara, pela amizade que cultivamos e pelo carinho de sempre.

Ao meu noivo, Rafael, meu melhor amigo e maior incentivador. Nestes quase 11 anos contigo, aprendo a cada dia com o teu jeito de ser. Sou grata pelo teu companheirismo, carinho e dedicação em me auxiliar. Este trabalho tem a tua contribuição, por acreditar tanto em mim e por me fazer acreditar. Crescemos juntos, e que sigamos assim. Eu te amo.

À minha sogra Glaci e ao meu sogro Alcione, pela forma carinhosa como sempre me trataram, pelo incentivo, pelas conversas, por me considerarem como filha. Enfim, à toda a minha família, pelo carinho e apoio.

À Prof^ª Mara Braibante, minha sincera gratidão. Lembro-me do dia em que lhe procurei para conversarmos sobre o pré-projeto e, desde este primeiro contato, tive sua atenção e acolhimento, que se estenderam por todo este período. Agradeço por todos os conhecimentos compartilhados durante a orientação, pela confiança que depositou em mim, pelas dúvidas respondidas sempre com muita paciência e por ouvir minhas ideias com a “mirada certa” nas contribuições.

Ao Prof. Hugo Braibante, agradeço por ser sempre atencioso às minhas dúvidas e se mostrar disponível a respondê-las. Sou grata pelas explicações, sugestões e revisões, sempre precisas e oportunas.

Meus agradecimentos se estendem a vários professores do curso de Odontologia da UFSM. Ao Prof. Jeferson Marchiori, do Banco de Dentes Permanentes Humanos, por me conceder as amostras tão importantes para minhas explicações na aplicação do projeto. Ao Prof. Walter Blaya

Perez, que prontamente me auxiliou para conseguir as radiografias dos dentes e ao Técnico em Radiologia do curso de Odontologia, que os radiografou para mim. Ao Prof. Renésio Grehs, coordenador do curso, por me indicar a Prof^a Luana Severo Alves quando eu buscava alguém para ministrar uma palestra na escola. Assim, agradeço à Prof^a Luana pela disponibilidade e por dedicar seu tempo a explicar informações tão importantes aos estudantes quanto aos cuidados com a saúde bucal. Ao Prof. Odilon Mainardi, por me receber e ouvir sobre o projeto, e por gentilmente providenciar todos os *kits* de higiene bucal para os estudantes. Percebi que a prontidão em ajudar faz parte do perfil dos professores do curso.

À Michelle Roveda, que nestes últimos três anos me auxiliou a encarar os desafios e a alcançar meus objetivos, contribuindo para minhas conquistas e comemorando-as comigo. Obrigada por tudo.

Aos colegas e, acima disso, amigos do LAEQUI: Ângela Durand, Leandro, Fernando, Thaís, Maurício, Valesca, Alejandra e Arlete, pela convivência maravilhosa neste período. À Ana Carolina, que gentilmente me ofereceu sua turma para a aplicação do projeto. Agradeço muito por isso e por todo o auxílio e apoio na escola. À Ângela Kraissig e Sabrina, companheiras de caminhada do início ao fim do mestrado. Crescemos juntas, dividimos nossos medos, ideias e conquistas. Foi ótimo tê-las por perto. Sentirei saudade deste tempo e destas companhias!

Ao Colégio Estadual Tancredo Neves, pelo acolhimento, pela colaboração da direção, secretaria e demais setores e professores. Aos estudantes participantes da pesquisa: sem vocês este trabalho não se concretizaria. Obrigada pelo respeito e consideração que demonstraram por mim todo esse tempo. Aprendi muito com todos vocês.

À banca deste trabalho: Prof^a Cláudia Barin, Prof^a Tania Salgado e Prof^a Maria Rosa Chitolina, por aceitarem o convite para darem suas importantes contribuições. À prof^a Cláudia, estendo um agradecimento por ter me apresentado a “erosão dental” como um caminho para ensinar Química, no final de minha graduação. Tenha certeza: foi um passo muito importante!

À UFSM, agradeço por ser o espaço da minha formação e por todas as oportunidades que me foram proporcionadas aqui.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

“O sorriso enriquece os recebedores, sem empobrecer os doadores.”

Mário Quintana

“O conhecimento é o alimento da alma.”

Platão

A Química sorrindo poesia

Tenho o direito de sorrir
E o dever de cuidar do meu sorriso.
Mas e aí,
O que a Química tem a ver com isso?

Ao sorrir em frente ao espelho,
Como nunca me passou pela mente?!
Em minha boca, em cada dente:
A Química está presente!

Pelas mãos do meu dentista,
Química da prevenção à restauração.
E na escovação, não posso esquecer:
Ainda mais Química vem aqui se esconder!

Agora tenho certeza:
Ao ensinar sorrindo... Ora!
Deixo a Química espiar para fora!

Greyce Arrua Storgatto

RESUMO

A “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO

AUTORA: Greyce Arrua Storgatto
ORIENTADORA: Mara Elisa Fortes Braibante

Esta pesquisa considera a temática “Química na Odontologia” como ponto de partida para a contextualização de conteúdos químicos, a fim de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química para estudantes de 3ª série do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Santa Maria, RS. Ao tratar da Química envolvida em materiais comuns na prática odontológica, bem como ao abordar problemas comuns de saúde bucal e aspectos de sua prevenção e tratamento, a “Química na Odontologia” tem alcance para o Tema Químico Social “Saúde Bucal”, já apresentado no ensino de Química em outros trabalhos de nosso grupo, o LAEQUI. Nesta pesquisa, foram elaboradas várias intervenções, as quais permitiram a estruturação de sua aplicação em três etapas: a primeira corresponde à apresentação da temática aos estudantes, e as outras duas correspondem às duas oficinas temáticas desenvolvidas, orientadas pelos Três Momentos Pedagógicos. O desenvolvimento destas oficinas busca, além de contextualizar conteúdos químicos a partir da temática “Química na Odontologia”, contribuir para a formação cidadã dos estudantes, incentivando-os a refletir sobre seus hábitos com relação à saúde bucal, bem como conduzi-los à percepção de que os conhecimentos químicos podem auxiliar tanto a compreender as causas dos problemas de saúde bucal, bem como a prevenção e o tratamento destes. Inseridas nas oficinas temáticas, estão as atividades experimentais, o jogo didático e o estudo de casos como estratégias metodológicas para relacionar conteúdos de química com o cotidiano dos estudantes sob a perspectiva da temática, para além do estudo de conceitos. Para a coleta de dados, instrumentos como questionários, exercícios, produção textual e diários de bordo (cadernos de registros, tanto da pesquisadora como dos estudantes) foram utilizados e analisados segundo a Análise Textual Discursiva. Os resultados obtidos nos permitem concluir que a temática “Química na Odontologia”, associada ao uso de diferentes metodologias de ensino, como as oficinas temáticas, proporcionou uma aproximação da Química com o cotidiano dos estudantes, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos e a formação cidadã dos mesmos.

Palavras-chave: Oficinas temáticas. Química na Odontologia. Ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

“CHEMISTRY IN DENTISTRY”: CONTRIBUTIONS TO EDUCATION

AUTHOR: Greyce Arrua Storgatto
ADVISOR: Mara Elisa Fortes Braibante

This research considers the theme "Chemistry in Dentistry" as a starting point for the contextualization of chemical content, in order to contribute to the Chemistry teaching and learning process to 3rd year high school students of a public school in the city of Santa Maria, RS. In dealing with the chemistry involved in common materials of dental practice, as well as in common problems of oral health and aspects of prevention and treatment, "Chemistry in Dentistry" aims to the Social Chemical Theme "Oral Health", that has already been presented in Chemistry teaching in other works of our research group, LAEQUI. In this research, several interventions were developed, which allowed the structuring of its implementation in three stages: the first corresponds to the presentation of the theme to the students, and the others correspond to the two thematic workshops, guided by Three Pedagogical Moments. The development of these workshops seeks, besides to contextualize chemical content from the theme "Chemistry in Dentistry", to contribute to civic education of students, encouraging them to reflect on their habits regarding oral health and lead them to the perception that chemical knowledge can help to understand the causes of oral health problems, as well as prevention and treatment of these. In the thematic workshops are inserted experimental activities, the didactic game and the case studies as methodological strategies to relate chemical content with the daily life of students from the perspective of the theme, beyond the study of concepts. For data collection, instruments such as questionnaires, exercises, textual production and log books (records notebooks, both the researcher as students) were used and analyzed according to the Discursive Textual Analysis. The results allow us to conclude that the theme "Chemistry in Dentistry" associated with the use of different teaching methodologies, such as thematic workshops, provided an approximation of Chemistry with the daily life of students, promoting the teaching and learning process of chemical content and their civic education.

Keywords: Thematic workshops. Chemistry in dentistry. Teaching and learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Instrumento mais antigo utilizado para a higiene dentária.....	36
Figura 2 – Arcos superior e inferior com a dentição permanente completa.....	38
Figura 3 – Representação da anatomia de um dente molar	39
Figura 4 – Imagens microscópicas das estruturas do esmalte (a) e da dentina (b).....	40
Figura 5 – Reação de equilíbrio: desmineralização e mineralização da hidroxiapatita.....	41
Figura 6 – Representação da estrutura do cloridrato de pararosanilina.....	42
Figura 7 – Dente com lesão de cárie	43
Figura 8 – Estruturas do ácidos acético(a), propiônico(b) e láctico(c)	43
Figura 9 – Dentes com lesões de erosão.....	45
Figura 10 – Estrutura do ácido cítrico	45
Figura 11 – Reação de equilíbrio - fluorapatita.....	48
Figura 12 – Dente restaurado com amálgama	50
Figura 13 – Dente restaurado com resina	51
Figura 14 – Monômero de metacrilato de metila	52
Figura 15 - Estrutura do peróxido de benzoíla	52
Figura 16 – Reação de polimerização dos monômeros de metacrilato	53
Figura 17 – Esquema da polimerização do PMMA	53
Figura 18 – Dente restaurado com CIV.....	54
Figura 19 – Estrutura do ácido tartárico	55
Figura 20 – Diagrama demonstrando a estrutura do CIV.....	55
Figura 21 – Estrutura do eugenol	57
Figura 22 – Estrutura dos anestésicos cocaína(a), procaína(b), lidocaína(c) e mepivacaína(d)	59
Figura 23 – Estrutura dos anestésicos prilocaína(a) e bupivacaína(b)	59
Figura 24 – Exemplo de imagem radiográfica dentária	62
Figura 25 – Estruturas do metol (a) e da hidroquinona (b)	64
Figura 26 – Reação de redução da prata pela hidroquinona na revelação do filme	65
Figura 27 - Semi-reação de redução da prata	65
Figura 28 – Reação de oxidação do sulfito de sódio	66
Figura 29 – Reação que ocorre na etapa de fixação da imagem.....	66

Figura 30 – Métodos de recuperação da prata de soluções fixadoras.....	68
Figura 31 – Esquema sobre jogo didático.....	85
Figura 32 – Esquematização da pesquisa.....	88
Figura 33 – Esquematização das Etapas de aplicação da pesquisa.....	90
Figura 34 – Diários de bordo dos sujeitos da pesquisa.....	94
Figura 35 – Embalagens de alimentos.....	94
Figura 36 – Fotografias de dentes em diferentes condições.....	95
Figura 37 – Embalagens de produtos de higiene bucal.....	96
Figura 38 – Estudantes manipulando amostras de dentes humanos.....	97
Figura 39 – Tabela preenchida por um dos estudantes na atividade experimental.....	99
Figura 40 – Atividade experimental “pH em produtos comerciais”.....	100
Figura 41 – Experimento realizado por Sampaio (2014).....	101
Figura 42 – Atividade experimental “Proteção com flúor tópico”.....	101
Figura 43 – Exemplo de “trinca” de cartas do baralho.....	103
Figura 44 – Carta “curinga” do baralho.....	103
Figura 45 – Cartas de ações extras.....	104
Figura 46 – Estudantes jogando “Trincas Químicas da Erosão Dental”.....	104
Figura 47 – Materiais para o experimento “Simulação da erosão dental”.....	106
Figura 48 – Estudante verificando a massa de um dos dentes.....	106
Figura 49 – Palestra com a dentista e professora Luana.....	108
Figura 50 – Soluções preparadas a partir da solução reveladora de placas bacterianas.....	109
Figura 51 – Macromodelo com dentes restaurados.....	111
Figura 52 – Adição de solução de KMnO_4 à amostra de eugenol.....	112
Figura 53 – Adição de NaHCO_3 à amostra do líquido do CIV.....	112
Figura 54 – Dentes moldados pelos estudantes.....	115
Figura 55 – Cartazes confeccionados pelos estudantes.....	115
Figura 56 – Imagens utilizadas no 1º MP.....	118
Figura 57 – Caixa “caseira” de processamento radiográfico.....	118
Figura 58 – Estudantes realizando o experimento “Revelando a Química”.....	121
Figura 59 – Disciplinas citadas pelos estudantes como as que mais gostam.....	126
Figura 60 – Participação dos estudantes em atividades experimentais.....	127
Figura 61 – Procedimentos odontológicos assinalados pelos estudantes.....	129
Figura 62 – Respostas dos estudantes sobre as relações entre a Química e a Odontologia...	130
Figura 63 – Classificação das representações da anatomia dental feitas pelos estudantes....	134

Figura 64 – Representação da anatomia dental (E7)	135
Figura 65 – Representação da anatomia dental (E15)	135
Figura 66 – Representação da anatomia dental (E20)	136
Figura 67 – Representação da anatomia dental (E21)	136
Figura 68 – Representação da anatomia dental (E14)	137
Figura 69 – Representação da anatomia dental (E3)	137
Figura 70 – Representação da anatomia dental (E4)	138
Figura 71 – Relação entre o número de estudantes e as categorias	140
Figura 72 – Expectativas dos estudantes para a "Simulação da erosão dental"	143
Figura 73 – Tabela completa (E14)	145
Figura 74 – Cálculos corretos (E5)	150
Figura 75 – Cálculos incompletos (E14)	151
Figura 76 – Análise das cartas-resposta para o estudo de caso	158
Figura 77 – Considerações dos estudantes a partir da palestra	165
Figura 78 – Respostas dos estudantes sobre o pH do meio bucal	167
Figura 79 – Respostas dos estudantes sobre uma bebida de pH 2,9	168
Figura 80 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas no eugenol	170
Figura 81 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas no ácido cítrico	171
Figura 82 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas na priloaína	172
Figura 83 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas na fenolftaleína	172
Figura 84 – Resposta do E15 à atividade final	180
Figura 85 – Resposta do E21 à atividade final (página 1)	181
Figura 86 – Resposta do E21 à atividade final (página 2)	181
Figura 87 – Resposta do E4 à atividade final	182
Figura 88 – Representação das estruturas do metol, da hidroquinona e da benzoquinona	186
Figura 89 – Resposta do E5 (Questionário inicial)	187
Figura 90 – Resposta do E5 (Questionário final)	187
Figura 91 – Resposta do E17 (Questionário inicial)	188
Figura 92 – Resposta do E17 (Questionário final)	188
Figura 93 – Resposta do E21 (Questionário inicial)	189
Figura 94 – Resposta do E21 (Questionário final)	189

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo do processo da recuperação de prata de radiografias	69
Quadro 2 – Alguns dos conteúdos abrangidos pela temática “Química na Odontologia”	76
Quadro 3 – Características dos tipos de abordagem das atividades experimentais.....	82
Quadro 4 – Etapas da pesquisa e atividades desenvolvidas	91
Quadro 5 – Reações envolvidas na atividade experimental “Proteção com flúor tópico”	102
Quadro 6 – Atividade experimental “Simulação da erosão dental”	107
Quadro 7 – Atividade experimental referente a alguns materiais da prática odontológica....	113
Quadro 8 – Caso apresentado aos estudantes	116
Quadro 9 – Questões para auxiliar na resolução do caso	117
Quadro 10 – Procedimentos da atividade “Revelando a Química”.....	120
Quadro 11 – Atividade final entregue aos estudantes	121
Quadro 12 – Processo de Análise Textual Discursiva.....	123
Quadro 13 – Organização da turma para a “Simulação da erosão dental”	142
Quadro 14 – Organização dos grupos para resolver o caso.....	155
Quadro 15 – Trechos das cartas-resposta elaboradas pelos grupos.....	159
Quadro 16 – Questão sobre cárie e erosão dental.....	163
Quadro 17 – Respostas dos estudantes à questão sobre cárie e erosão dental.....	163
Quadro 18 – Questões relacionadas ao pH.....	166
Quadro 19 – Questão sobre funções orgânicas.....	169
Quadro 20 – Questão 1 dos questionários inicial e final	174
Quadro 21 – Respostas dos estudantes à questão 1	175
Quadro 22 – Questão 2 nos questionários inicial e final	177
Quadro 23 – Questões que nortearam a categoria “construção do conhecimento químico”..	183
Quadro 24 – Comentários dos estudantes	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de dentifrícios, agentes de polimento e pH.....	46
Tabela 2 – Concentração das soluções preparadas pela pesquisadora	110
Tabela 3 – Valores obtidos pelos grupos.....	144
Tabela 4 – Concentrações calculadas pelos estudantes para as soluções diluídas de NaF.....	150

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
BDPH	BANCO DE DENTES PERMANENTES HUMANOS
CEP	COMITÊ DE ÉTICA
CIV	CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
LAEQUI	LABORATÓRIO DE ENSINO DE QUÍMICA PCN PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS
OCNEM	ORIENTAÇÕES CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
PCNEM	PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO
pH	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO
PMMA	POLIMETILMETACRILATO
RS	RIO GRANDE DO SUL
TCLE	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
UFSM	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	31
1 ASPECTOS HISTÓRICOS E QUÍMICOS DA ODONTOLOGIA.....	35
1.1 UM PASSEIO PELAS ORIGENS DA ODONTOLOGIA	35
1.2 SAÚDE BUCAL	38
1.2.1 Nosso meio bucal.....	38
1.2.2 Cárie.....	41
1.2.3 A erosão dental.....	44
1.2.4 A proteção com Flúor	47
1.3 MATERIAIS RESTAURADORES.....	49
1.3.1 Amálgama.....	50
1.3.2 Resinas	51
1.3.3 Cimento de ionômero de vidro	54
1.3.4 Cerâmicas	56
1.3.5 Eugenol e óxido de zinco	57
1.4 A QUÍMICA DA ANESTESIA LOCAL	58
1.5 IMAGEM RADIOGRÁFICA: A QUÍMICA REVELADA.....	61
1.5.1 Os raios X: histórico, natureza e ação.....	61
1.5.2 O filme radiográfico.....	63
1.5.3 O processamento radiográfico manual: etapas e reações envolvidas.....	64
1.5.4 Recuperação da prata em resíduos do processamento radiográfico.....	66
2 O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”.....	71
2.1 A UTILIZAÇÃO DE TEMÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA E OS TEMAS QUÍMICOS SOCIAIS	71
2.2 A TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA” E OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA.....	75
2.3 METODOLOGIAS DE ENSINO E A TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”	77
2.3.1 As oficinas temáticas e os Três Momentos Pedagógicos.....	77
2.3.2 Estudo de casos.....	78
2.3.3 Atividades experimentais	79
2.3.4 Jogos didáticos.....	83
3 CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	87
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA.....	88
3.2 INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	89
3.3 DESENVOLVIMENTO DAS INTERVENÇÕES.....	90

3.3.1	1ª Etapa: apresentação da proposta	92
3.3.2	2ª Etapa: oficina temática “A Química na Odontologia: da constituição dos dentes à saúde bucal”	93
3.3.3	3ª Etapa: oficina temática “A Química da Revelação”	117
3.4	METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	122
4	ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	125
4.1	1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA	125
4.1.1	Gosto pelas disciplinas e relação com a sua rotina.....	125
4.1.2	Atividades experimentais e sua importância	127
4.1.3	Contato com a Odontologia.....	129
4.1.4	Relação entre a Química e a Odontologia.....	130
4.2	2ª ETAPA: OFICINA TEMÁTICA “A QUÍMICA NA ODONTOLOGIA: DA CONSTITUIÇÃO DOS DENTES À SAÚDE BUCAL”	132
4.2.1	Representações da anatomia dental	133
4.2.2	Atividades experimentais.....	139
4.2.3	Jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental”	152
4.2.4	Estudo de caso: “A consulta de Mateus”	155
4.2.5	Questionários	161
4.3	3ª ETAPA: OFICINA TEMÁTICA “A QUÍMICA DA REVELAÇÃO”	173
4.3.1	Conhecimentos dos estudantes sobre o filme radiográfico.....	174
4.3.2	Conhecimentos dos estudantes sobre a obtenção da imagem radiográfica	177
4.3.3	Construção do conhecimento químico	183
4.3.4	Encerramento das atividades: opinião dos estudantes	190
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	193
5.1	CONTRIBUIÇÕES.....	196
	REFERÊNCIAS	197
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL (1ª ETAPA)	205
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (2ª ETAPA)	206
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL (2ª ETAPA).....	207
	APÊNDICE D – TABELAS REFERENTES AO 1º MP (2ª ETAPA)	209
	APÊNDICE E – TABELA DOS MATERIAIS RESTAURADORES	210
	APÊNDICE F – JOGO DIDÁTICO “TRINCAS QUÍMICAS DA EROSIÃO DENTAL” ...	211
	APÊNDICE G – QUESTÕES DE REVISÃO	215
	APÊNDICE H – EXERCÍCIO SOBRE SOLUÇÕES.....	216
	APÊNDICE I – QUESTÕES DE REVISÃO (FUNÇÕES ORGÂNICAS).....	217
	APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO INICIAL (3ª ETAPA)	219
	APÊNDICE K – SOLUÇÕES REVELADORA E FIXADORA	220

APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO FINAL (3ª ETAPA).....	221
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	223
ANEXO B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	225
ANEXO C – DECLARAÇÃO DO PROFISSIONAL DENTISTA.....	226
ANEXO D – DECLARAÇÃO DO BDPH AO CEP–UFSM.....	227
ANEXO E – TERMO DE COMPROMISSO DE CITAÇÃO.....	228
ANEXO F – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	229
ANEXO G – AUTORIZAÇÃO PARA USO E TRANSPORTE DE BALANÇA.....	231
ANEXO H – SOLICITAÇÃO DE RADIOGRAFIAS.....	232

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

É comum afirmarmos que a Química se faz presente em tudo o que nos rodeia. Em um mundo de infinitas tonalidades, de tantas variedades de seres vivos, de sensações diversas, na busca pelas mais sofisticadas tecnologias ou pelos mais singelos sinais de prevenção, cura ou tratamento para uma doença, é a partir da Química que muitas perguntas surgem e outras tantas respostas são encontradas.

Resta-nos um questionamento, enquanto professores: será que nossos estudantes refletem sobre sua vida particular e em sociedade, sobre as coisas simples do cotidiano, como seus hábitos de higiene e de alimentação? E, se refletem, será que realmente vislumbram as relações entre a Química da sala de aula e a “vida fora da escola”?

Sabemos que muito tem sido feito – as pesquisas da área de ensino de Química nos mostram isso – para que seja superada a postura do estudante na sala de aula como “receptor de verdades absolutas” atento ao professor que reproduz conteúdos difíceis e avulsos, desconectados dos problemas e da realidade dinâmica da vida fora dali. Contudo, sabemos também que apesar do esforço demandado por professores ao pesquisar e utilizar diferentes metodologias em sua prática, ainda é muito presente nas salas de aula o ensino tradicional, o qual se baseia na transmissão-recepção de informações.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 127), muitos professores da área de Ciências Naturais ainda permanecem “insistindo na memorização de informações isoladas, acreditando na importância dos conteúdos tradicionalmente explorados e na exposição como forma principal de ensino”. Como Bordenave e Pereira (1999) já afirmavam, um professor tradicional não tem problema em escolher dentre as várias atividades possíveis para ensinar um assunto, porque ele vê como única alternativa válida a exposição oral e não “perde tempo” procurando alternativas.

Porém, os autores justamente nos conduzem à seguinte reflexão: assim como a competência profissional do engenheiro está na escolha de materiais e métodos de construção, a idoneidade profissional do professor está na escolha de atividades de ensino adequadas aos objetivos educacionais, aos conteúdos e aos estudantes.

E, neste ponto, não se trata do professor tentar uma aproximação conteúdo-realidade apenas exemplificando fatos do cotidiano dos estudantes, e sim, de colocar o estudante

diante de situações que sejam problematizadas, frente às quais precise se posicionar, ultrapassando o enfoque apenas de conceitos.

Tais aspectos, quando trabalhados, contribuem para que o estudante exercite o “pensar quimicamente”, o que pode contribuir para agir criticamente frente às situações com as quais se depara em seu dia a dia. Dessa maneira, o estudante poderá ver determinados fatos de sua vida diária com olhos de quem percebe neles estreitas relações com a Química.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN+ (Brasil, 2002) afirmam que a Química

pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 87).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), qualquer aluno que faça parte dos sistemas que compõe a educação no Brasil de hoje, está imerso em um mundo contemporâneo, vem de diferentes origens sociais e culturais e estes fatores precisam ser considerados pelo professor. Ainda, segundo estes autores,

nenhum aluno é uma folha de papel em branco em que são depositados conhecimentos sistematizados durante sua escolarização. As explicações e os conceitos que formou e forma, em sua relação social mais ampla do que a de escolaridade, interferem em sua aprendizagem de ciências naturais. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009, p. 131).

Nessa perspectiva, apresentamos neste trabalho a temática “Química na Odontologia” como ponto de partida para a contextualização de conteúdos químicos, correspondentes às diferentes séries do ensino médio. Para além da abordagem conceitual, buscamos apresentar aos estudantes situações reais, relacionadas ao seu cotidiano e à própria saúde, de maneira a conduzi-los, dentre outras reflexões, a pensar sobre alguns de seus hábitos e as implicações destes em sua saúde bucal.

Para tanto, neste trabalho serão considerados os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos tópicos e conteúdos abordados nas intervenções, visando à uma aprendizagem significativa, o que corrobora com as ideias de Ausubel, em uma perspectiva construtivista. Segundo Piaget, o sujeito constrói seu conhecimento e conhece o mundo cientificamente (MOREIRA, 2009). Ainda, para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009),

a aprendizagem é resultado de ações de um sujeito, ela se constrói em uma interação entre esse sujeito e o meio circundante, natural e social.

Em uma pesquisa, segundo Bodner (2004), é difícil encontrar respostas para aquilo que não foi perguntado, no sentido de que não se pode fundamentar um estudo assumindo apenas que se irá “observar o que acontece”. Dessa maneira, a questão que impulsiona esta pesquisa é: **“Como a temática ‘Química na Odontologia’ pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química para estudantes do Ensino Médio a partir do uso de oficinas temáticas?”**

O objetivo geral deste trabalho é elaborar e aplicar oficinas temáticas voltadas para o processo de ensino e aprendizagem de Química, a fim de contribuir para a contextualização de conteúdos com a temática “Química na Odontologia”. Como objetivos específicos, temos:

- Investigar as concepções de estudantes de uma turma de 3^a série do ensino médio sobre as relações entre a Química e a Odontologia;
- Explorar conteúdos correspondentes às diferentes séries do Ensino Médio a partir da temática “Química na Odontologia”, relacionando-os a materiais da prática odontológica e à saúde bucal;
- Conduzir os estudantes à percepção de que os conhecimentos químicos podem auxiliar tanto a compreender as causas dos problemas de saúde bucal, como a prevenção e o tratamento dos mesmos;
- Favorecer a formação cidadã dos estudantes, incentivando-os à reflexão sobre seus hábitos com relação à saúde bucal, considerando-a como um Tema Químico Social;
- Analisar as possíveis contribuições das intervenções realizadas sob o enfoque da temática “Química na Odontologia” no processo de ensino e aprendizagem.

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos, a fim de apresentar sequencialmente todas as etapas que compõem esta pesquisa. A seguir é descrito, de maneira resumida, o conteúdo abordado em cada um dos capítulos.

No **Capítulo 1**, intitulado **“Aspectos Históricos e Químicos da Odontologia”**, apresentamos uma revisão bibliográfica que constitui um panorama dos aspectos históricos da Odontologia, evidenciando algumas das relações possíveis entre a Química e a Odontologia. O estudo mais aprofundado acerca dos tópicos abordados neste capítulo foi o que norteou a elaboração das intervenções aplicadas nesta pesquisa.

No **Capítulo 2**, **“O Ensino de Química através da temática “Química na Odontologia”**, abordamos a utilização de temáticas no ensino de Química, a temática em

questão e seu alcance para o Tema Químico Social “Saúde Bucal”, bem como a abrangência da temática com relação aos conteúdos de Química. Também apresentamos as metodologias de ensino utilizadas nesta pesquisa.

No **Capítulo 3, “Caminhos Metodológicos da Pesquisa”**, apresentamos o contexto no qual esta pesquisa foi aplicada, bem como caracterizamos os sujeitos envolvidos e escrevemos detalhadamente as intervenções aplicadas na escola, os instrumentos utilizados na coleta de dados e a metodologia na qual fundamentamos a análise dos resultados desta pesquisa.

No **Capítulo 4, “Análise e Discussão dos Resultados”**, cada Etapa descrita na metodologia desta pesquisa têm seus respectivos resultados analisados e discutidos, a partir dos instrumentos de coleta de dados utilizados e sob a perspectiva da metodologia de análise adotada.

Por fim, no **Capítulo 5, “Considerações finais”**, apresentamos nossas considerações com relação ao conjunto de intervenções aplicadas e aos seus respectivos resultados, bem como perspectivas futuras e contribuições.

1 ASPECTOS HISTÓRICOS E QUÍMICOS DA ODONTOLOGIA

Não raro precisamos recorrer a uma visita ao dentista. Seja por dor, sensibilidade ou mesmo para uma revisão habitual, certamente uma consulta já nos foi ou será necessária. Será que, ao entrar no ambiente do dentista – onde até o cheiro é característico – é possível refletir “se” e “como” a Química se faz ali presente?

A odontologia, através das mãos dos profissionais da área, está intimamente ligada à nossa saúde bucal e é carregada de uma rica bagagem química em sua história e prática. Hoje, ao vivermos a experiência de pacientes, somos gratos a todos os avanços, a exemplo da dentística restauradora, do advento dos anestésicos, do uso de radiografias para diagnóstico e das técnicas estudadas pelos profissionais para o tratamento correto de cada caso. Além de nossos cuidados pessoais, é graças ao conhecimento dos dentistas bem como às propriedades dos materiais por eles utilizados que a manutenção de nossa saúde bucal é possível.

Nesse sentido, imaginemos a prática odontológica como uma grande corrente, com seus elos resultantes da união Odontologia-Química. Desde a forma de prevenir/diagnosticar/tratar problemas de saúde bucal até o advento de materiais que muito se assemelham à estética dos dentes naturais, são inegáveis as relações entre ambas as ciências.

Trataremos, neste capítulo, de aspectos históricos da Odontologia e da Química envolvida nos tópicos delineados nesta breve introdução: problemas comuns de saúde bucal, o processamento radiográfico odontológico, anestésicos e materiais restauradores.

1.1 UM PASSEIO PELAS ORIGENS DA ODONTOLOGIA

Nos dias de hoje, é muito comum marcarmos uma consulta ao dentista, profissional que nos transmite confiança e segurança para solucionar nossos problemas de saúde bucal. É inconcebível pensarmos na extração de dentes com instrumentos rústicos com alto risco de infecções e hemorragias ou, ainda, a extração equivocada de um dente sadio. Os povos antigos, porém, submetiam-se a ser pacientes dos “barbeiros”, denominação atribuída aos que exerciam, dentre outros ofícios, o de extrair dentes.

O “barbeiro”, de acordo com a 4ª Edição do Novo Dicionário da Língua Portuguesa, de 1859, era o “cirurgião que fazia operações cirúrgicas pouco importantes”. Dentre tais operações,

estavam as extrações de dentes. Portanto, o barbeiro, além de cortar, pentear os cabelos e barbear, fazia extrações dentárias (ROSENTHAL, 2001).

Esta mesma autora apresenta, por períodos, uma vasta gama de informações sobre a história da odontologia evidenciada por vestígios, como escrituras. Da pré-história ao ano 1000, era mencionado nas tábuas de argila das civilizações de Assírios-Babilônicos (3500 a.C.) entre os rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia, que havia um verme responsável pela destruição das estruturas dentárias.

As inscrições existentes da época incluem a oração e a fórmula para destruir o verme dentário, uma “corporação do demônio do mal” que destruía os dentes. A fórmula do ritual mágico para a destruição incluía cerveja, azeite e uma planta, ao mesmo tempo em que era feita uma invocação. A lenda do verme causador da cárie evoluiu como verdade científica ao longo dos séculos e, assim, o verme diabólico dos assírios seguiu sendo a origem da cárie em muitos povos primitivos.

Com relação à higiene, era comum o uso de instrumentos pontiagudos de ouro e prata, além da fricção dos dentes e gengivas com o auxílio do dedo e um pedaço de “tela”. O instrumento mais antigo de que se tem notícia é datado de 3000 a.C (Figura 1), descoberto em 1988 no Templo de Ningual, Babilônia, utilizado para a higiene dentária (ROSENTHAL, 2001).

Figura 1 – Instrumento mais antigo utilizado para a higiene dentária



Fonte: (ROSENTHAL, 2001).

A escova de dentes era utilizada na África, Índia e América Latina como ramos de arbustos com cerca de 20 cm de comprimento, que quando mastigados viravam pincéis para escovação. O primeiro creme dental, que surgiu no Egito há cerca de quatro mil anos,

era um material à base de pedra-pomes pulverizada e vinagre, esfregado nos dentes com pequenos ramos de arbustos. No século I da nossa era, os romanos acrescentaram a essa pasta mel, sangue, carvão, olhos de caranguejos, ossos moídos da cabeça de coelhos e urina humana, todos com o fim de deixar os dentes mais brancos (SILVA et al., 2001, p. 3).

Estes materiais funcionavam como abrasivos e ácidos, enquanto os ramos de arbustos tinham função semelhante à das escovas de dentes atuais. Portanto, já havia indícios de preocupação com a conservação dos dentes e se acreditava na cura através de itens obtidos na natureza. A mais antiga intervenção na boca descrita foi uma extração (exodontia) feita com os dedos, no IV século a.C., com operador e paciente, frente a frente, de joelhos no solo. Esta foi a primeira posição de trabalho adotada e as intervenções aconteciam a céu aberto, entre uma multidão de curiosos. Em 1363, Guy de Chauliac, cirurgião de Avignon, França, introduziu pela primeira vez o termo “dentista” e recomendava que somente ele removesse os dentes. A imagem dos “tiradentes” seguiu típica até 1700, trabalhando ao ar livre, cercado por uma multidão de curiosos (ROSENTHAL, 2001).

Rosenthal (2001), a partir das ideias de Bobbio (1976) acrescenta que a “ressurreição” da Odontologia é datada de 1700, em termos de aprimoramento de instrumentos e técnicas. O consultório odontológico teve uma primeira definição quando, em 1719, Pierre Fauchard instalou-se em Paris e recomendava que o paciente ficasse em uma cadeira firme e estável para ser atendido. Porém, as atividades ambulantes continuaram nos pequenos centros, aldeias e campos.

Ao longo do tempo, os consultórios odontológicos foram aprimorados, bem como seus instrumentos, técnicas e materiais da prática odontológica e de higiene, e é claro, os estudos da área. No Brasil, a Carta Régia de Portugal, de 1629, regularizou a arte dentária e pela primeira vez foram aqui citados os “barbeiros”. Ao comentar sobre a odontologia no Brasil, é fundamental citar Joaquim José da Silva Xavier (1746 – 1792). Nas últimas décadas do século XVIII, ele praticou a odontologia e ficou conhecido como Tiradentes.

Naquela época, o tratamento dentário consistia em extrair os dentes com alavancas e eram confeccionadas próteses esculpidas em marfim e ossos de boi, amarradas com fios aos dentes que ainda restavam na boca. Já no século XIX, destaca-se o ano de 1811, quando foi expedida a primeira Carta de Dentista no Brasil, para o brasileiro Sebastian Fernandez de Oliveira.

Contudo, no contexto histórico dos povos primitivos, as técnicas e rituais descritos representam um pouco do que se tinha ao alcance para compreender e auxiliar no tratamento dos problemas de saúde bucal, e isso evidencia o caráter mutável e de evolução da ciência. Afinal, tudo o que dispomos hoje também futuramente poderá ser questionado e substituído, pois é fruto da construção do conhecimento científico ao longo dos séculos e que, sem dúvidas, prosseguirá.

O primeiro curso de odontologia foi criado no país praticamente ao final do século XIX. Em 1884, por decreto imperial, foram instituídos oficialmente os cursos de Odontologia nas Faculdades de Medicina da Bahia e do Rio de Janeiro (ROSENTHAL, 2001).

1.2 SAÚDE BUCAL

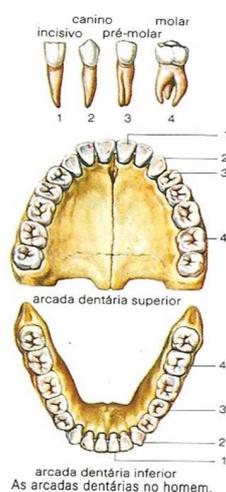
1.2.1 Nosso meio bucal

A boca é um ambiente química, biológica e mecanicamente dinâmico, o qual apresenta condições únicas e complexas. Por exemplo, as pessoas consomem sorvetes e chás, submetendo-se a extremos de temperatura, como de 0°C a 70°C. Podem ocorrer, também, alterações de pH significativas, devido às bactérias produtoras de ácidos ou às bebidas como as gasosas ou sucos cítricos (HADLINGTON, 2010).

Sabemos que nossos dentes desempenham diversas funções, como a mastigação e a articulação das palavras, além de contribuírem para a estética da face. Eles podem ser agrupados, segundo suas diferentes morfologias, em: incisivos, caninos pré-molares e molares (Figura 2).

Cada dente é adaptado às funções mastigatórias de apreender, cortar, dilacerar e triturar alimentos. Quanto às dentições, o homem possui geralmente 20 dentes decíduos (1ª dentição) e 32 permanentes (2ª dentição).

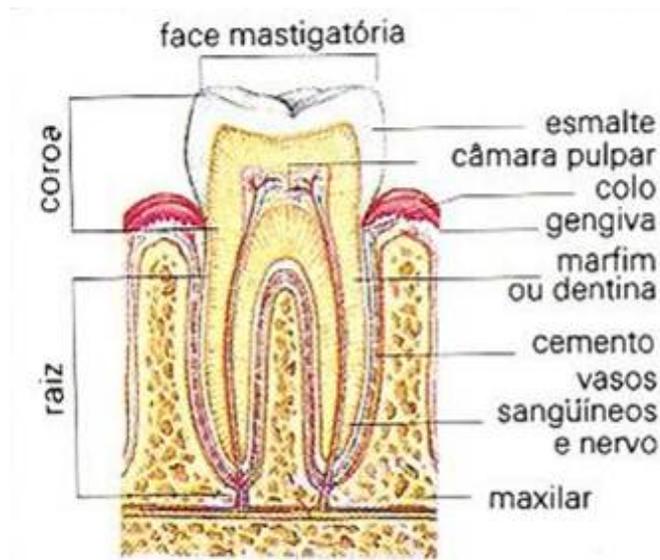
Figura 2 – Arcos superior e inferior com a dentição permanente completa



Fonte: (GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSSE CULTURAL, 1998).

A estrutura de um dente é formada pela **coroa** e pela(s) **raiz(es)**, unidas por uma porção intermediária, denominada **colo** (Figura 3). O dente é composto, em sua maior parte, pela dentina, a qual circunscreve a polpa. A dentina é recoberta pelo esmalte, na coroa, e pelo cimento, na raiz (MADEIRA, 2007).

Figura 3 – Representação da anatomia de um dente molar

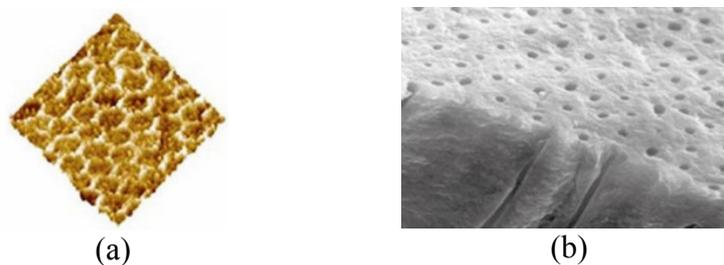


Fonte: (GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSSE CULTURAL, 1998).

Segundo Sakaguchi e Powers (2012), a composição geral do esmalte dentário é cerca de 96% de mineral em peso, com 1% de lipídio e proteína, e o restante de água. O principal constituinte mineral do esmalte é a hidroxiapatita, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, um composto iônico formado por íons Ca^{2+} , PO_4^{3-} e OH^- (SILVA et al., 2001).

O mineral cresce na forma de cristais hexagonais com cerca de 40 nm de largura. Os cristais são empacotados dentro dos prismas de esmalte, os quais têm em torno de 5 μm de diâmetro. Cerca de 100 cristais do mineral são necessários para formar o diâmetro de um prisma. Os cristais individuais, dentro de um prisma, são protegidos por uma camada de proteína ou lipídio (SAKAGUCHI e POWERS, 2012). Na Figura 4 é possível observar as estruturas do esmalte e da dentina, apresentando o arranjo de prismas do esmalte na forma de “buracos de fechadura”(a) e os túbulos da dentina, os quais são vias de comunicação com a polpa do dente (b).

Figura 4 – Imagens microscópicas das estruturas do esmalte (a) e da dentina (b)



Fonte: (SAKAGUCHI e POWERS, 2012; MARSHALL, 1993).

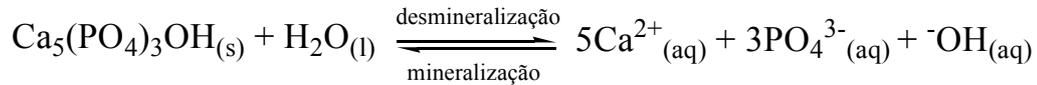
Na cavidade oral, as superfícies dentais são recobertas por depósitos microbianos, com espessura determinada de acordo com a sua localização (LEITES, PINTO e SOUSA, 2006). Bactérias formam lentamente um biofilme, o qual se deposita na superfície do dente. Estas bactérias se alimentam de açúcares provenientes da dieta ou formados pela ação da saliva sobre outras substâncias e, assim, multiplicam-se rapidamente e dão origem ao que se denomina placa bacteriana (SILVA et al., 2001).

A cavidade oral fica constantemente úmida pela presença de saliva, a secreção glandular que banha os dentes e a mucosa bucal. Além da saliva, outros fluidos orais se misturam, apresentando composição muito complexa, incluindo compostos orgânicos e inorgânicos (MESQUINI, MOLINARI e PRADO, 2006).

Quando ocorre uma severa redução na produção da saliva, a saúde bucal é prejudicada e as pessoas têm dificuldades para engolir, comer, reter as próteses dentárias e sofrem rápido progresso das cáries. Dentre as funções da saliva, destacamos a lubrificante (reveste e protege a mucosa bucal) e a tamponante (auxilia a aproximar o pH da neutralidade – 7,0 - após a alimentação, reduzindo o tempo em que ocorre a desmineralização) (WHELTON, 2010).

Dentre as diversas reações que ocorrem a todo momento no meio bucal, destacamos a reação de equilíbrio de desmineralização e mineralização da hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}_{(s)}$) (Figura 5). A desmineralização implica na dissolução da hidroxiapatita, enquanto no processo de mineralização ocorre a formação deste mineral (SILVA et al., 2001).

Figura 5 – Reação de equilíbrio: desmineralização e mineralização da hidroxiapatita



Fonte: Autores.

A perda de tecido dental é um processo que acontece ao longo da vida de um indivíduo. Porém, essa perda se torna patológica quando causa problemas funcionais (mastigação) e/ou estéticos, gerando um quadro de sensibilidade no paciente (FUCK, 2011). Sobre problemas comuns de saúde bucal, abordamos neste trabalho a cárie e a erosão dental, apresentadas a seguir.

1.2.2 Cárie

Segundo Leites, Pinto e Sousa (2006), a cárie é uma doença infecto-contagiosa, causada pelo processo de desmineralização da superfície dental por ácidos orgânicos provenientes da fermentação de carboidratos da dieta (como sacarose, frutose e lactose), por bactérias, fazendo com que a placa cresça rapidamente. Estas bactérias pertencem ao “Estreptococos do Grupo Mutans” (EGM) e, das sete espécies que compõem este grupo, duas apresentam potencial cariogênico em humanos: *Streptococos mutans* e *Streptococos sobrinus*.

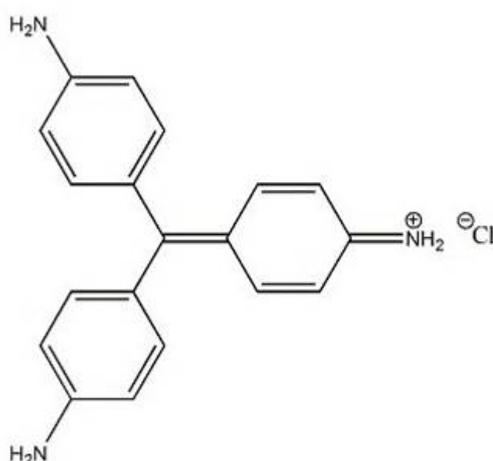
Os *Streptococos mutans* podem estar na placa bacteriana, na saliva e na língua, em aproximadamente 90% dos indivíduos. Essas bactérias são capazes de produzir ácidos e de sobreviver em meio ácido, e aí reside sua cariogenicidade (KLEINA et al., 2009). Mesquini, Molinari e Prado (2006) acrescentam que quando a dieta é principalmente à base de carboidratos fermentáveis, a atividade metabólica dos microorganismos aumenta. De acordo com Silva et al. (2001), a teoria que relaciona o aparecimento de cáries com o desenvolvimento de colônias de bactérias na boca foi formulada, em 1890, pelo cientista americano W. D. Miller, através de uma experiência, na qual

[...] Miller colocou um dente extraído em um tubo, juntamente com saliva e um pedaço de pão. Observou que o dente se corroía com o passar do tempo. Ao aquecer a saliva, causava a morte das bactérias e o dente não se corroía. Miller formulou a hipótese de que a cárie resultava da produção de ácidos orgânicos pelas bactérias orais, a partir de um alimento fermentável. (SILVA et al., 2001, p. 3).

Existem substâncias que auxiliam na demarcação de áreas com placa, chamadas evidenciadoras de placa. Nascimento, Azzolini e Silveira (1984) alertam que a solução evidenciadora não é cariostática, nem cura tecidos inflamados ou diminui a sensibilidade dentinária. O que ocorre ao se aplicar estas substâncias corantes, é a evidência de que estes problemas poderão ocorrer.

Segundo Junior et al. (2010), a pararosanilina, paramagenta ou magenta, por exemplo, é um corante da família dos triarilmetanos e apresenta potencialidades na investigação clínica de algumas bactérias. O cloridrato de pararosanilina ($C_{19}H_{18}ClN_3$), utilizado em soluções reveladoras de placas bacterianas é um ácido fraco ($pK_a = 8,78$) (Figura 6).

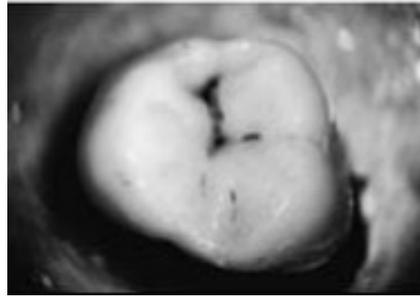
Figura 6 – Representação da estrutura do cloridrato de pararosanilina



Fonte: Autores.

Além da presença de microorganismos na superfície dental, outros fatores contribuem para o desenvolvimento da cárie (Figura 7). Dentre eles, estão a higiene, os hábitos alimentares, a colonização bacteriana e a composição da saliva, os quais influenciam o metabolismo das bactérias sobre os dentes, modulando a atividade da cárie (LEITES; PINTO e SOUSA, 2006).

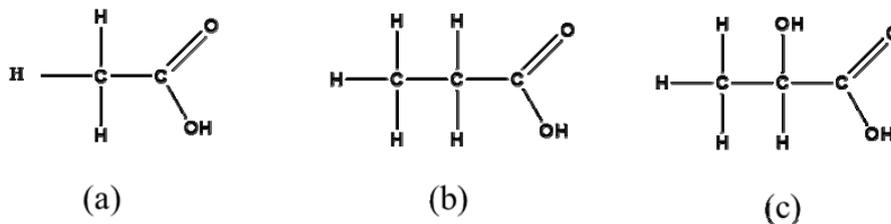
Figura 7 – Dente com lesão de cárie



Fonte: (PEREIRA e SOUSA, 2002).

O pH normal na cavidade bucal é 6,8 e a desmineralização predomina a um pH inferior a 5,5 (SILVA et al., 2001). Conforme Helfman (1982) os ácidos mais comumente produzidos por estas bactérias são: lático, propiônico e acético (Figura 8) e, independentemente da fonte de acidez, um pH de 5,5 resultará na dissolução do esmalte dos dentes, a estrutura mais dura do corpo humano.

Figura 8 – Estruturas do ácidos acético(a), propiônico(b) e lático(c)



Fonte: Autores.

Se a desmineralização se processa com uma dada rapidez e a mineralização em uma rapidez muito menor, o resultado é uma perda de material do dente. Isso ocorre porque o aumento da concentração de íons hidrogênio (pH ácido) causa subsaturação do cálcio e do fosfato na fase fluida ao redor do dente, favorecendo a desmineralização. Se os ataques ácidos ocorrerem com frequência, o resultado final será uma lesão cariiosa (LEITES; PINTO e SOUSA, 2006).

Antes de comentarmos sobre o tratamento, consideramos de grande relevância citarmos a prevenção da cárie, a qual tem o intuito de manter nossa dentição natural e de preservar nossa saúde bucal. Gebran e Gebert (2002) afirmam que a chave principal para a prevenção de doenças

de gengiva e dentárias é o controle de placa bacteriana, seja ele mecânico, químico ou a associação de ambos.

As escovas e os fios dentais – atuando no controle mecânico - têm papel imprescindível para a higienização dental e, assim, para o controle da placa. Já os dentífricos (cremes dentais) fluoretados são usados na veiculação do íon fluoreto para o meio bucal, fundamentais ao falarmos – quimicamente - de prevenção. O íon fluoreto (F⁻) é discutido no item 1.2.4.

Na situação em que a cárie já iniciou e, portanto, está progredindo na superfície dentária, é necessária a intervenção do profissional no sentido de tratá-la. Conforme Marinho e Pereira (1998), ao se planejar o tratamento da cárie, o dentista deverá decidir sobre ser ou não apropriado tentar impedir o progresso da lesão cariosa, removê-la e restaurar a cavidade, ou extrair o dente.

O tratamento da doença tem a intenção de reestabelecer o equilíbrio do processo de desmineralização e remineralização através do controle de diversos fatores, como: dieta, higiene bucal, acesso ao flúor, entre outros. O tratamento restaurador representa parte do tratamento da doença e é responsável pela substituição da estrutura dentária perdida. Dentre as principais indicações do tratamento, estão o reestabelecimento da função ou da estética e a proteção da estrutura dentária (ALVES, 2009).

Silva et al. (2001) afirmam que, ainda que a cárie tenha se formado e avance sobre a superfície do dente, a química ainda tem propostas para atuar em prol do conforto humano. Trataremos, ainda neste capítulo, sobre alguns materiais restauradores utilizados pelos dentistas.

1.2.3 A erosão dental

Diante do que se pensava sobre a cárie e das crenças que a circundavam nos povos primitivos, pode-se inferir que qualquer corrosão visível a olho nu poderia indicar uma lesão em estado avançado causada pelo “verme”. Contudo, hoje em dia se sabe que, além da cárie, há ocorrência de outros tipos de lesões na superfície dos dentes, devido a desordens da saúde bucal. Um exemplo é a erosão dental que, diferentemente da cárie, não está relacionada à corrosão do esmalte dentário pela ação de ácidos provenientes do metabolismo de bactérias.

O tipo de lesão à qual nos referimos é um processo de desmineralização que ocorre de maneira lenta, gradual e progressiva, livre de placa bacteriana. Esse processo causa a erosão nos tecidos duros dos dentes e promove sensibilidade da dentina, exposição e necrose da polpa (CARDOSO, 2007).

Dentre as características clínicas da erosão dental (Figura 9) estão: superfície do dente lisa e polida, com bordas bem definidas; esmalte com brilho diminuído e ocasional exposição da dentina. Cardoso (2007) explica que uma das possíveis causas da erosão é o consumo excessivo e frequente de substâncias de caráter ácido, como: vinagre, frutas cítricas, sucos (industrializados ou não) e refrigerantes. Estes são agentes etiológicos extrínsecos da erosão dental, presentes em nossa dieta.

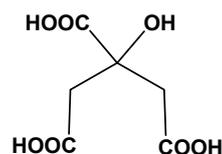
Figura 9 – Dentes com lesões de erosão



Fonte: (CARDOSO, 2007).

Vasconcelos, Vieira e Colares (2010) afirmam que estudos realizados para avaliar a influência de bebidas ácidas no desenvolvimento da erosão dental mostraram que sucos de frutas como limão, uva, laranja, abacaxi e refrigerantes apresentam valores de pH abaixo do crítico de dissolução da estrutura dental. Por exemplo, o valor aproximado de pH para refrigerantes de limão, laranja e uva é em torno de 3, e o vinho tinto apresenta pH em torno de 2,5. Uma das substâncias responsáveis por esta acidez é o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), contido nas frutas cítricas (Figura 10). Isso sugere que tais bebidas favorecem a desmineralização, sendo consideradas potencialmente erosivas.

Figura 10 – Estrutura do ácido cítrico



Fonte: Autores.

Atualmente, a morfologia de dentes humanos pode ser monitorada através de imagens obtidas pelo uso da técnica de microscopia atômica, acompanhando a desmineralização após sucessivos tratamentos com bebidas ácidas e a subsequente remineralização com uma pasta contendo ions cálcio e fosfato (LECHNER et al., 2015). Os dentífrícios utilizados possuem uma abrasividade variável e pH entre 6,1 a 11, dependendo do agente de polimento, conforme exemplos da Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de dentífrícios, agentes de polimento e pH

Dentífrício	Agente de polimento	pH
Oral-B Dentes e Gengivas®	Pirofosfato de Cálcio	6,1
Close Up® com flúor	Dióxido de Silício	6,9
Sensodyne-F®	Fosfato de Cálcio	7,3
Colgate® M.F.P com cálcio	Carbonato de Cálcio	9,5
Gessy® com flúor	Carbonato de Cálcio	11

Fonte: Adaptação de Andrade Junior et al. (1998).

A erosão dental também pode ser decorrente de fatores de origem intrínseca, tais como vômitos relacionados à anorexia e bulimia, gastrite e regurgitação crônica. Devido a estes fatores, os ácidos originados no estômago entram em contato com os dentes. Assim, enquanto as fontes extrínsecas estão relacionadas a hábitos alimentares e estilo de vida, as causas intrínsecas podem ser provocadas por doenças sistêmicas (BRANCO et al., 2008).

Novamente, ocorre a perturbação no equilíbrio da reação de desmineralização e remineralização da hidroxiapatita. O pH do meio bucal fica abaixo do considerado crítico (5,5), em virtude do ataque ácido, seja de origem intrínseca ou extrínseca. A redução do pH está associada ao aumento da concentração de espécies H^+ no meio bucal. Desta forma, o equilíbrio do sistema se desloca favorecendo o processo de desmineralização, de dissolução da hidroxiapatita (ASSIS, BARIN e ELLEN SOHN, 2011).

Vasconcelos, Vieira e Colares (2010) apontam, dentre as medidas de controle da erosão, para o cuidado com a higiene e explicam que a escovação deve ser realizada pelo menos vinte minutos após o ataque ácido. Isso porque, seguido a esse ataque, tem-se o risco aumentado de desgaste pela abrasão da escova sobre o esmalte e, nesse tempo, espera-se que a saliva

consiga elevar o pH a níveis próximos da neutralidade. Isso pode ser ajudado por bochechos com água, além do uso de enxaguatório bucal fluoretado.

Quanto ao reparo das lesões de erosão, muitas vezes é preciso um tratamento restaurador. Segundo Vasconcelos, Vieira e Colares (2010), restaurações com resina composta podem ser utilizadas. O tratamento da erosão dental compreende a educação do paciente acerca das consequências do processo erosivo para o controle do mesmo e só após o paciente adquirir esse controle é que o tratamento restaurador deverá ser realizado. Nesse sentido, podemos inferir que se a erosão era um problema desconhecido, atualmente, além das medidas profiláticas de controle da dieta e de cuidados com a higiene, tem-se à disposição maneiras de reparar danos de corrosão causados ao esmalte, quando possível.

1.2.4 A proteção com Flúor

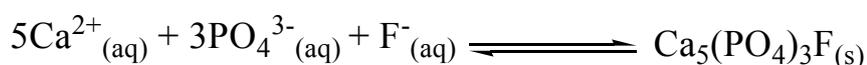
Citamos a importância da higiene bucal na prevenção tanto da cárie quanto da erosão, e por “higiene” entendemos estarem inclusos dentífricos e demais produtos fluoretados para este fim. Helfman (1982) afirma que a prevenção de doenças dentais é possível em nossa sociedade e a aplicação do conhecimento químico tem desempenhado um papel importante nisso. Exemplo disso é a diversidade de produtos fluoretados atualmente à nossa disposição.

O íon fluoreto (F⁻) é uma importante “arma” do profissional dentista na batalha contra a cárie. Muitos sistemas municipais de abastecimento de água utilizam água fluoretada, e praticamente todos os cremes dentais disponíveis no mercado contêm fluoreto (RAKITA, 2004).

Trevisan (2012) comenta em sua dissertação de mestrado sobre a química do flúor e suas relações com a saúde bucal. A autora também aponta para a fluorose, e faz uso deste problema de saúde bucal para abordar conteúdos de química no ensino médio, elaborando para isso um interessante “júri químico” aplicado aos estudantes.

O fato de que compostos contendo flúor têm efeitos sobre o esmalte dos dentes é conhecido desde 1874, e hoje se conhece que o princípio ativo nesse processo é o fluoreto. Este íon reage com certa quantidade dos íons cálcio (Ca²⁺) e fosfato (PO₄³⁻), resultantes do processo de desmineralização, formando este novo composto, a fluorapatita (Ca₅(PO₄)₃F), um mineral menos solúvel em ácidos do que a hidroxiapatita (Figura 11). A fluorapatita se agrega ao esmalte, tornando-o um material modificado e, portanto, mais resistente à ação de ácidos (SILVA et al., 2001; TREVISAN, 2012).

Figura 11 – Reação de equilíbrio - fluorapatita



Fonte: Autores.

Segundo Narvai (2000), o mecanismo pelo qual o flúor confere maior resistência ao esmalte do dente ocorre na superfície dessa estrutura, ao longo da vida do indivíduo, através de sucessivos episódios de desmineralização e remineralização superficial, desencadeados pela queda de pH no meio bucal. Assim, a presença de pequenas quantidades de flúor no meio bucal, durante toda a vida, é essencial para que o efeito preventivo se manifeste.

As taxas de absorção de fluoreto podem ocorrer em 3 fases: 1) quando os minerais dos dentes estão cristalizando, no período fetal, ocorre um baixo nível de absorção; 2) a maior absorção ocorre após a calcificação dos dentes, mas antes da erupção; 3) o último estágio começa quando os dentes erupcionam e continuam durante a vida dos dentes. Esta última fase é a razão pela qual os adultos e adolescentes podem se beneficiar do uso de flúor (HELFMAN, 1982).

Além da adição de flúor a dentifrícios, enxaguatórios bucais, produtos para aplicação profissional, entre outros, a fluoretação da água que consumimos também é importante para fornecer íons fluoreto à nossa cavidade bucal. A adição de flúor às águas de abastecimento público como estratégia de saúde pública para a prevenção de cárie teve início em 1945, com três estudos-pilotos nos Estados Unidos e no Canadá. Essas experiências visavam à eficácia da fluoretação artificial como método de massa para prevenir a cárie e este procedimento demonstrou eficácia. Desde então, o flúor tem sido objeto de milhares de pesquisas científicas em todo o mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) os conhecimentos disponíveis permitem utilizá-lo seguramente em saúde pública (NARVAI, 2000).

Segundo este autor, a primeira menção de que se tem notícia recomendando oficialmente a adição de flúor à água de abastecimento público no Brasil foi feita durante o X Congresso Brasileiro de Higiene, realizado em Belo Horizonte (MG), em outubro de 1952. A primeira cidade a ter suas águas de abastecimento fluoretadas foi Baixo Guandu, no Espírito Santo, em 1953.

1.3 MATERIAIS RESTAURADORES

Ao pensarmos na forma como as pessoas tinham seus dentes arrancados para solucionarem suas dores, sem maiores investigações acerca do problema que acometia sua saúde bucal, podemos imaginar que inúmeras vezes poderia ser evitada uma exodontia. Porém, sem o diagnóstico preciso, sem o conhecimento sobre os materiais dentários restauradores e suas propriedades químicas e sem técnicas adequadas, como isso seria possível?

Nicholson e Anstice (1999) afirmam que o melhor de todos os materiais é o dente natural. Porém, este material pode ser “destruído” pela ação de ácidos, como já vimos, provenientes – dentre outras fontes – do metabolismo de bactérias que colonizam a placa dentária ou de nossa própria dieta.

Segundo Sakaguchi e Powers (2012),

Nos Estados Unidos, mais de 60% dos adultos entre 35-44 anos perderam pelo menos um dente permanente por acidente [...] ou cárie dentária. Entre 64 e 65 anos de idade, 25% dos adultos perderam todos os dentes naturais. Entre crianças de 6 a 8 anos, 26% apresentam cáries não tratadas, ao passo que 50% necessitaram de tratamento contra cáries. A demanda por cuidados restauradores é muito grande. Avanços [...] tornam possível que as pessoas mantenham seus dentes por mais tempo, modificando o caráter da odontologia restauradora de substituição de dentes para sua restauração e manutenção. (SAKAGUCHI e POWERS, 2012, p.6).

Segundo estes autores, ao longo da história, é possível encontrar muitas abordagens visando à reposição de estruturas dentárias perdidas ou dentes inteiros. A substituição de estruturas perdidas continua sendo uma grande parcela da prática odontológica, e os materiais dentários restauradores são a base para a substituição destas estruturas.

Conforme Silva et al. (2001), uma vez formada a cárie, por exemplo, nosso organismo não é capaz de restaurar o tecido lesado, o qual é removido e então o dente é restaurado, conforme cada caso. Em vista disso, nos dias de hoje os dentistas e pacientes têm à disposição uma ampla variedade destes materiais.

Segundo Nicholson e Anstice (1999), além de imitar o comportamento mecânico do dente natural, os materiais dentários restauradores devem ser resistentes ao ataque químico pelo ácido láctico ou por qualquer componente da saliva ou de alimentos e bebidas. A química desempenha um papel fundamental nos desenvolvimento destes materiais.

O tipo de material restaurador e sua adequação para cada caso é de domínio do dentista, sendo que vários fatores interagem para determinar a longevidade de uma restauração, como a

higiene do paciente e as propriedades físico-químicas do material (DOMINGUEZ, 1997). Nos itens a seguir, alguns destes materiais utilizados na prática odontológica serão explorados.

1.3.1 Amálgama

O amálgama é o material mais antigo utilizado na prática da odontologia restauradora (Figura 12). Há mais de 160 anos, ele tem seu papel difundido entre os profissionais da área, apesar de se estimar seu surgimento em 659 d.C., na China. Ele é utilizado para preencher cavidades devido a desordens de saúde bucal com perda de estrutura dentária, como a cárie. Em 1819, o químico inglês Charles Bell inventou uma espécie de amálgama de prata, chamada "massa de vidraceiro de Bell". Depois, em 1836, na França, Auguste Onésime Taveau fez um amálgama de prata, o "Patê d' argent", amassando pedaços de moedas de prata e misturando-as com mercúrio em suas mãos (DO VALLE, 2001)

Figura 12 – Dente restaurado com amálgama

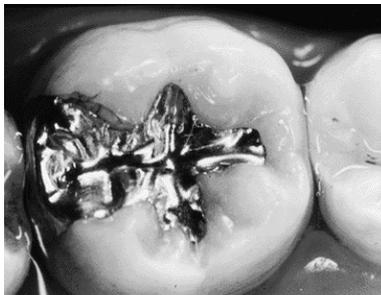


FIGURA 5 - Vista oclusal da restauração de amálgama após o acabamento e polimento.

Fonte: (MONDELLI, PINHEIRO e LANZA, 1998).

O amálgama é uma liga composta por vários metais, como Prata (Ag), Estanho (Sn) e Mercúrio (Hg) e, este último, corresponde a aproximadamente 43% da sua formulação (SAKAGUCHI e POWERS, 2012). São características deste material: resistência ao desgaste, fácil manuseio e durabilidade, com alguma desvantagem estética – devido à coloração cinza - e da não adesividade à estrutura dental, o que impulsionou o surgimento de novos materiais para restauração, como as resinas.

Apesar de haver controvérsias sobre o uso de amálgama contendo mercúrio, e ainda que outros materiais tenham sido desenvolvidos e estejam em progresso, o amálgama continua sendo muito utilizado na prática odontológica. Segundo Anusavice, Shen e Rawls

(2013), a maior parte dessas controvérsias tem origem na conhecida e possível toxicidade do Hg presente nas restaurações de amálgama.

Contudo, os autores afirmam que, mesmo considerando-se a exposição confirmada de humanos a esses baixos níveis de Hg, seus efeitos biológicos são insignificantes. Diversos estudos tentaram determinar se a exposição ao Hg de restaurações dentárias contribui para algum problema de saúde, porém apontam que mesmo que todos os 32 dentes fossem restaurados em todas as suas superfícies com amálgama, o número de superfícies restauradas seria insuficiente para atingir níveis danosos. Portanto, cabe ao profissional dentista condicionar o material a ser utilizado e ter cuidado com o descarte correto dos resíduos destes materiais.

1.3.2 Resinas

Dentre os materiais denominados “resinas” utilizados na Odontologia, podem ser citadas as resinas compostas restauradoras, as quais são materiais utilizados para restaurar e repor tecidos dentais perdidos e para cimentar coroas e outros dispositivos odontológicos pré-fabricados (ANUSAVICE, SHEN e RAWLS, 2013). Segundo estes autores, os materiais resinosos possibilitam uma gama de consistências, desde muito fluidas até pastas muito rígidas. Isso permite que eles sejam manipulados e moldados conforme desejado e então, convertidos através da reação de polimerização, em um material resistente, com melhor aspecto estético e durabilidade (Figura 13).

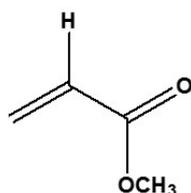
Figura 13 – Dente restaurado com resina



Fonte: (ANUSAVICE, SHEN e RAWLS, 2013).

Outra resina utilizada é a formada à base de polimetacrilato de metila (PMMA). O PMMA é classificado como um polímero, formado pela união de monômeros de metacrilato de metila (Figura 14), produzido sinteticamente e cujas propriedades químicas se baseiam no carbono, hidrogênio e outros elementos não metálicos. As pesquisas e progresso tecnológico fizeram com que a resina à base de PMMA, ou resina acrílica, surgisse por volta de 1940 como uma excelente alternativa para uso em várias áreas da odontologia. (CAMACHO et al., 2014).

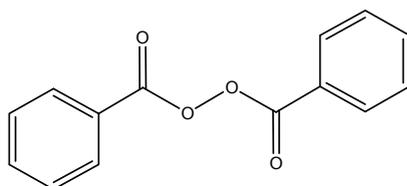
Figura 14 – Monômero de metacrilato de metila



Fonte: Autores.

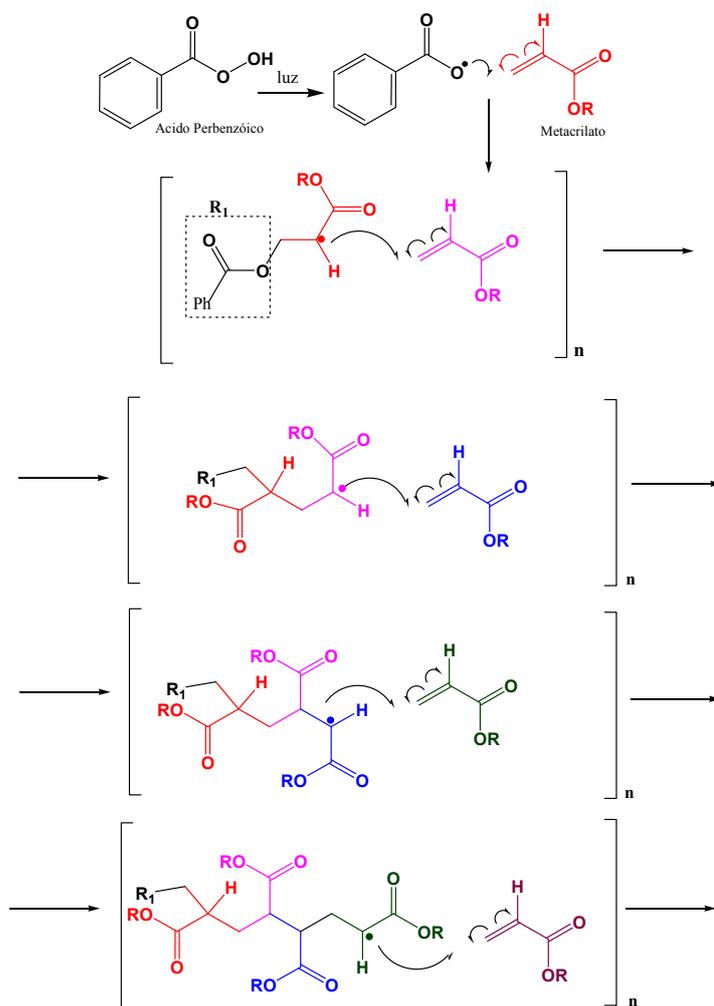
Segundo os autores, estas resinas são geralmente fornecidas aos dentistas como sistema pó/líquido. O líquido, quando misturado ao pó, dissolve parcialmente o polímero PMMA e forma uma massa plástica a ser moldada. O pó é composto de microesferas pré-polimerizadas do polímero, além de poder conter peróxido de benzoíla (C₁₄H₁₀O₄), como iniciador da reação de polimerização (Figura 15). Após ser feita a proporção pó-líquido e a mistura, a resina acrílica sofre a reação de polimerização, desencadeada por um ativador: luz, ativação química ou térmica (Figura 16 e Figura 17).

Figura 15 - Estrutura do peróxido de benzoíla



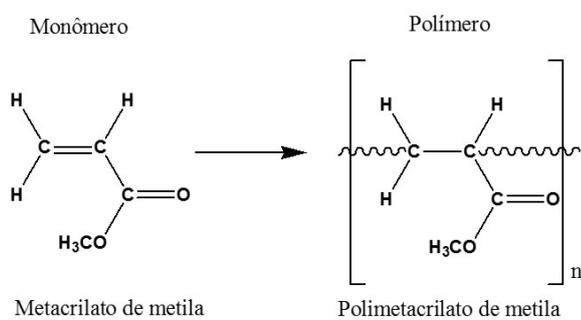
Fonte: Autores.

Figura 16 – Reação de polimerização dos monômeros de metacrilato



Fonte: Adaptação de Trevisan (2012).

Figura 17 – Esquema da polimerização do PMMA



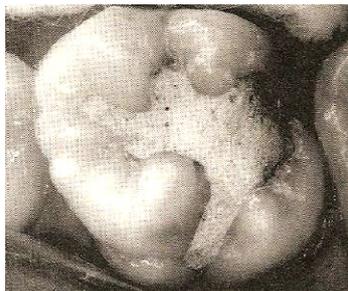
Fonte: Autores.

1.3.3 Cimento de ionômero de vidro

Os cimentos de ionômero de vidro (CIV) foram introduzidos no mercado no final da década de 70. Inicialmente, foram propostos com o objetivo de serem materiais de forramento e restauração provisória e hoje são indicados para restaurações definitivas. O CIV convencional é um dos tipos deste material disponível no mercado, e é apresentado sob a forma de pó e líquido (SILVA et al., 2011).

O CIV é um material que se destaca pela sua biocompatibilidade e adesividade à a estrutura dental, bem como pela liberação de flúor, que é maior nas primeiras 24h e se estabiliza com o tempo (SILVA et al., 2011). Sua consistência, após a mistura do pó e do líquido forma uma espécie de pasta (Figura 18).

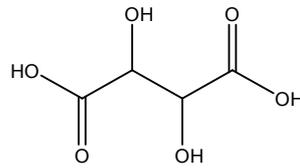
Figura 18 – Dente restaurado com CIV



Fonte: (NICHOLSON e ANSTICE, 1999).

Para que o dentista faça uso do CIV convencional, é preciso misturar o pó e o líquido, formando uma pasta em consistência adequada para o preenchimento de uma cavidade. O pó é composto de sílica (SiO), alumina (Al_2O_3) e fluoreto de cálcio (CaF_2). Já o líquido, contém ácido policarboxílico sob a forma de co-polímero com outro ácido, como o tartárico (Figura 19), por exemplo, que aumentam a reatividade e diminuem a viscosidade do produto (SILVA et al., 2011).

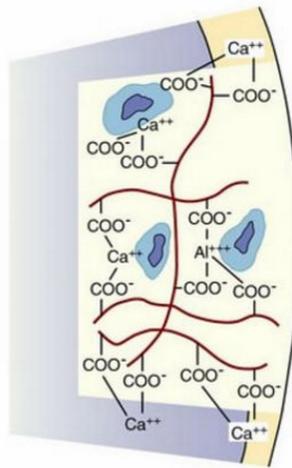
Figura 19 – Estrutura do ácido tartárico



Fonte: Autores.

O ácido tartárico ($C_4H_6O_6$) é adicionado ao líquido do CIV para melhorar as características de manipulação, diminuir a viscosidade e aumentar o tempo de validade, antes que o líquido se torne espesso. Anusavice (2005) explica que os CIV baseados em ácido poliacrílico aderem ao dente por meio de quelação dos grupos carboxílicos dos ácidos poliacrílicos com o cálcio na apatita do esmalte e dentina (Figura 20).

Figura 20 – Diagrama demonstrando a estrutura do CIV



Fonte: ANUSAVICE (2005).

As partículas em azul escuro representam partículas de vidro não dissolvidas envoltas pelo gel (em azul claro) que se forma quando íons Al^{3+} e Ca^{2+} são liberados do vidro como resultado do ataque pelo ácido poliacrílico. Os íons Al^{3+} e Ca^{2+} formam poli-sais com os grupos COO^- do ácido poliacrílico para formar uma estrutura com ligações cruzadas. Os grupos carboxílicos reagem com o cálcio do esmalte e dentina (ANUSAVICE, 2005).

1.3.4 Cerâmicas

A cerâmica dental, cerâmica odontológica ou porcelana dental é conhecida por sua excelência em reproduzir artificialmente os dentes naturais. No século XVIII, ela foi empregada pela primeira vez na Odontologia, como dente artificial para próteses totais. A partir do século XX, a cerâmica passou a ser utilizada para confeccionar restaurações. As propriedades das cerâmicas têm apresentado rápida evolução agregada a diferentes materiais, a fim de suprir as necessidades estéticas que são cada vez mais exigidas pela sociedade moderna (GOMES et al., 2008).

Os mesmos autores, em seu artigo “Cerâmicas odontológicas: o estado atual”, comentam aspectos históricos acerca deste material, os quais resgatamos aqui. A palavra “cerâmica” tem origem da palavra latina *keramos*, que significa “argila”. No século X, a China dominava a arte em cerâmica, de cor branca, enquanto na Europa ela chegou no século XVII e ficou conhecida como louça de mesa. Em 1977, após a tentativa dos europeus de copiar a composição da porcelana chinesa, houve a descoberta de que os chineses utilizavam três componentes básicos: argila chinesa, sílica (quartzo) e feldspato (mistura de silicatos de alumínio (Al), potássio (K) e Sódio (Na)).

Mais adiante, ao final do século XIX surgiram as “coroas de jaquetas”, as quais eram próteses parciais fixas em cerâmica e passaram a ser amplamente utilizadas. Várias técnicas foram, desde então, desenvolvidas em busca de melhorar as propriedades da cerâmica.

Garcia et al. (2011) afirmam que o emprego de cerâmica como material restaurador promoveu uma nova era na odontologia estética, uma vez que esse material apresenta várias propriedades desejáveis como substitutos de partes de estruturas dentárias. Algumas características das cerâmicas são: translucidez, compatibilidade biológica e boa resistência à compressão e à abrasão.

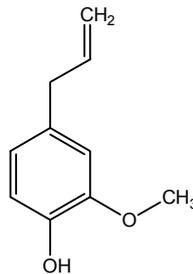
Segundo os autores, dentre os diferentes tipos de cerâmicas utilizadas na odontologia, está a cerâmica feldspática. Ela é constituída principalmente de sílica (SiO_2) e feldspato de potássio ($\text{K}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) ou feldspato de sódio ($\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$). Além disso, são adicionados: vidro, opacificadores e pigmentos para controlar propriedades como ponto de fusão, coeficiente de expansão térmica e solubilidade. Estas cerâmicas podem ser classificadas em: alta fusão ($>1.300^\circ\text{C}$); média fusão (1.101 a 1.300°C); baixa fusão (850 a 1.100°C); e ultra-baixa fusão (650 a 850°C).

As cerâmicas feldspáticas contém, ainda, uma variedade de óxidos, incluindo SiO_2 (52 a 65%), Al_2O_3 (11 a 20%), K_2O (10 a 15%), Na_2O (4 a 15%) e certos aditivos, incluindo Li_2O , TiO_2 e B_2O_3 . (ANUSAVICE, SHEN e RAWLS, 2013).

1.3.5 Eugenol e óxido de zinco

O eugenol ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$), um óleo essencial extraído do cravo-da-índia, e o óxido de zinco (ZnO) são utilizados na obtenção de cimentos empregados na dentística, para restauração e cimentação provisória e na endodontia, para a obturação de canais radiculares (Figura 21). Geralmente, estes cimentos são apresentados na forma de um pó e um líquido ou duas pastas (STANKIEWCZ et al., 2000).

Figura 21 – Estrutura do eugenol



Fonte: Autores.

Além de ser utilizado na obtenção de um material restaurador, o eugenol também é empregado no alívio de dores de dente e como anti-séptico na prática odontológica (COSTA, 2000). Para finalizar nossa argumentação sobre os materiais restauradores, destacamos Sakaguchi e Powers (2012), os quais afirmam que embora a forma e a aparência dos dentes sejam os aspectos mais facilmente reconhecidos, não são os únicos importantes na substituição da estrutura dentária perdida. A função dos dentes e dos tecidos de suporte é igualmente importante para nossa qualidade de vida, pois a relação entre nossa saúde bucal e saúde geral é verdadeira. O bom funcionamento de todos os elementos da cavidade oral, incluindo dentes e tecidos moles, é necessário para a mastigação, a fala, a deglutição e a respiração adequadas.

Alguns destes materiais foram destacados neste trabalho, a fim de elucidar suas composições químicas e aplicações. Outro ponto que consideramos de grande importância na prática odontológica e para o bem estar dos pacientes é o controle da dor. No tópico a seguir, trataremos de aspectos químicos de anestésicos locais utilizados pelos dentistas.

1.4 A QUÍMICA DA ANESTESIA LOCAL

Dentre as soluções existentes para os problemas de dor de dente na antiguidade, era praticada a exodontia (extração do dente). O procedimento incluía ser amarrado ou levar uma pancada na cabeça para ficar atordoado e permitir a extração. Sem a utilização de anestésicos locais, podemos pensar que o medo de quem se submetia a ser paciente era diretamente proporcional à dor que estava por vir durante o procedimento.

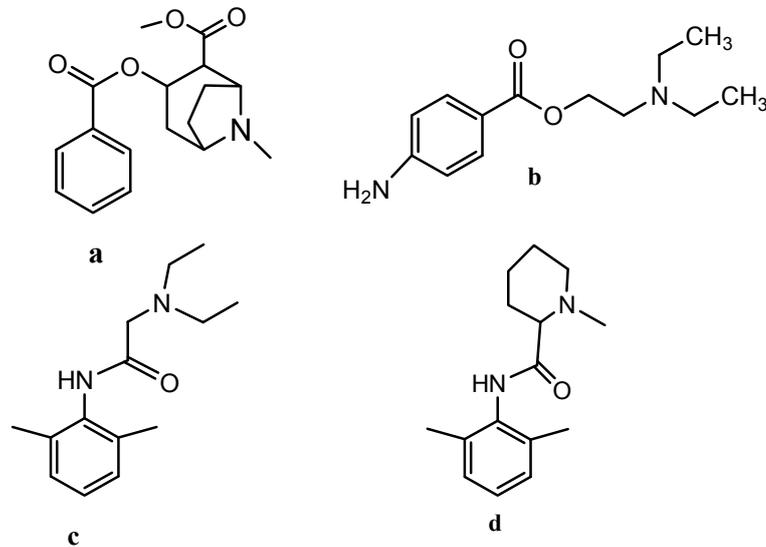
Segundo Bennett (1984), a dor pode ser definida como uma experiência emocional desagradável, geralmente iniciada por um estímulo nocivo e transmitida por uma trama neural especializada para o sistema nervoso central, onde é interpretada como tal.

Horace Wells, em 1844, foi um dos pioneiros a estudar o controle da dor, utilizou como anestesia a aplicação do gás hilariante ou óxido nitroso (N_2O). Willian Thomas Green Morton, em 1846, no Massachusetts General Hospital da Universidade de Harvard, fez a primeira demonstração pública do poder anestésico do éter etílico ($CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$) em cirurgia (ROSENTHAL, 2001).

A cocaína ($C_{17}H_{21}NO_4$) foi o primeiro anestésico local descrito na literatura. Ela foi isolada em 1860 pelo químico alemão Albert Niemann a partir de folhas de *Erythroxylum coca* ou de *Erythroxylum truxillense* (nativa da Bolívia e do Peru), que provocava dormência na língua. Sigmund Freud estudou suas ações farmacológicas e, em 1884, o oftalmologista austríaco Carl Koller usou a cocaína como anestésico local (CABRAL e FURTADO, 2014).

Rosenthal (2001), de acordo com os escritos de Neder e Peach (1977) afirma que a procaína ($C_{13}H_{20}N_2O_2$), foi o anestésico mais utilizado até 1943, quando Nils Lofgren sintetizou a lidocaína ou xilocaína ($C_{14}H_{22}N_2O$). Segundo Bennet (1984), outro anestésico local muito conhecido é a mepivacaína ($C_{15}H_{22}N_2O$). As estruturas químicas dos anestésicos citados estão representados na Figura 22.

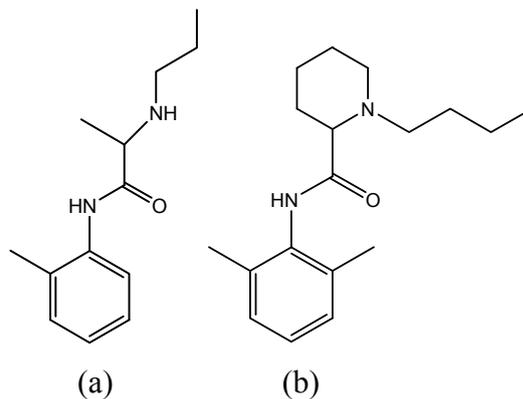
Figura 22 – Estrutura dos anestésicos cocaína(a), procaína(b), lidocaína(c) e mepivacaína(d)



Fonte: Autores.

Paiva e Cavalcanti (2005) também citam a prilocaína ($C_{13}H_{20}N_2O$) e a bupivacaína ($C_{18}H_{28}N_2O$) dentre os anestésicos locais comercializados mais utilizados na Odontologia (Figura 23).

Figura 23 – Estrutura dos anestésicos prilocaína(a) e bupivacaína(b)



Fonte: Autores.

Ferreira (1999) explica que a anestesia local é definida como um bloqueio reversível da condução nervosa, determinando perda das sensações, sem alteração do nível de consciência. Cabral e Furtado (2014) acrescentam que a anestesia local é definida como a perda da sensibilidade em uma área circunscrita do corpo, causada por bloqueio da condução elétrica em nervos e terminações nervosas periféricas.

Bennett (1984) afirma que é fundamental para a compreensão da dor, bem como sua eliminação pelo uso de anestésicos locais, o entendimento da passagem de uma corrente elétrica ao longo das fibras nervosas (condução nervosa). Assim,

A condução de um impulso através de um nervo depende do potencial elétrico que existe ao longo de cada lado da membrana da maioria das células do corpo. A célula nervosa, excitável, possui a capacidade de transmitir ou conduzir impulsos ao longo de sua extensão. O fenômeno é desencadeado pelo fluxo de uma corrente através da membrana, durante a transição do nervo do estado de repouso para o estado ativo. A membrana da célula nervosa é um revestimento elástico composto de uma camada de lipídios situada entre duas camadas de proteínas. (BENNETT, 1984).

Conforme explica o autor, quando o nervo está em repouso, íons de potássio (K^+) estão concentrados no interior da membrana celular e íons de sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) estão concentrados do exterior dela. A diferença de concentrações respectivas de íons de cada lado da membrana nervosa gera uma diferença de potencial elétrico entre o interior e o exterior (BENNETT, 1984). Com a aplicação do anestésico, ocorre um bloqueio dos canais de sódio e de potássio durante a propagação do impulso nervoso, inibindo a condução deste impulso de maneira reversível (MALAMED, GAGNON e LEBLANC, 2000).

Segundo De Araujo, De Paula e Fraceto (2008), as teorias propostas para explicar os mecanismos de ação dos anestésicos locais podem ser classificadas em duas categorias. Uma delas inclui tentativas de explicar a ligação direta dos anestésicos locais em um ou mais sítios específicos do canal de sódio, alterando sua conformação e levando à inativação temporária do canal. A outra considera a interação dos anestésicos com os componentes lipídicos da membrana como determinante para o fechamento dos canais de sódio.

Malamed (2013) afirma que os anestésicos locais funcionam e representam os fármacos mais seguros e efetivos na medicina para a prevenção e tratamento da dor. Se depositados bem próximo ao nervo, a condução nervosa será bloqueada. Contudo, eles não são perfeitos, pois têm um início de ação relativamente lento, contém vasopressores que causam ardência ao serem injetados e não atuam com a mesma segurança na presença de infecção e inflamação. Porém, isso pode ser minimizado pelo tamponamento (manutenção do pH) da solução anestésica a um pH mais próximo da faixa fisiológica (7,35 – 7,45), que eliminará a ardência na injeção, reduzirá o tempo para início da ação, entre outros benefícios.

Os compostos sintéticos, usados como anestésicos locais injetáveis, são bases fracas, pouco solúveis em água. Entretanto, unem-se ao ácido clorídrico para formar sais solúveis em água, e a solubilidade é necessária para sua difusão até a fibra nervosa. Como Cabral e Furtado (2014) explicam, os anestésicos locais usados para injeção apresentam-se em forma de sais

(cloridrato), dissolvidos em água ou soluções fisiológicas estéreis. Esses fármacos, como são formados por bases fracas, combinam-se com ácidos, formando sais. Nesta forma, são muito mais hidrossolúveis e estáveis. Os anestésicos locais são administrados em soluções ácidas.

Via de regra, a potência de um anestésico local depende exclusivamente de sua estrutura química, enquanto sua duração pode ser alterada pela adição de um vaso constritor (MALAMED, 2013).

1.5 IMAGEM RADIOGRÁFICA: A QUÍMICA REVELADA

Como podemos imaginar, os povos primitivos não tinham a possibilidade de diagnosticar nada que não fosse aparente, como um buraco que evidenciasse a ação do “verme da cárie” ou algo do tipo sobre a estrutura dentária, em virtude do que se dispunha na época. Hoje em dia, sabemos que é prática comum o dentista fazer uma tomada radiográfica para analisar um caso, o que temos consciência de que não foi um avanço “da noite para o dia” no contexto científico.

Ao sermos submetidos a um exame de radiografia dental, tudo o que vemos é uma máquina direcionada até bem próximo de nossa boca, onde um filme espera para ser sensibilizado, posicionado atrás do dente que se quer radiografar. Depois, em uma pequena “caixa”, o dentista revela a imagem contida neste filme, para então analisá-la diante da luz.

Acreditamos que esse procedimento pode ter instigado a curiosidade de algum paciente no consultório odontológico. Alguns questionamentos são pertinentes, como: o que acontece para que a imagem do interior de nossos dentes apareça impressa no filme? Como a imagem se fixa ao filme, de tal maneira que possa ser consultada posteriormente? Tais questionamentos impulsionaram a escrita dos itens a seguir.

1.5.1 Os raios X: histórico, natureza e ação

A história da radiologia pode ter seu início considerado em 1895, ano da descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923). Naquele ano, no dia 8 de novembro, Röntgen

Trabalhava com uma válvula com a qual estudava a condutividade de gases. A sala estava totalmente às escuras. A certa distância da válvula havia uma folha de papel, usada como tela, tratada com platinocianeto de bário. Com espanto, Röntgen viu a

tela brilhar, emitindo luz. A válvula estava coberta por uma cartolina negra e nenhuma luz ou raio catódico poderia ter vindo dela. Surpreso, fez várias investigações. Virou a tela, expondo o lado sem o revestimento de platino-cianeto de bário, e esta continuava a brilhar. Colocando diversos objetos entre a válvula e a tela, viu que todos pareciam transparentes. Não demorou a ter a surpresa maior: viu na tela os ossos de sua mão. (CHASSOT, 1995, p. 20).

Ao seguir estudando sua descoberta, Röntgen foi responsável pela primeira radiografia realizada no mundo, a qual revelava uma das mãos de sua esposa. Já a primeira radiografia dentária da história foi obtida pelo Dr. Otto Walkoff, um dentista da Alemanha. O professor de Química e Física, Gusel, usou um filme fotográfico com 25 minutos de exposição aos desconhecidos raios para obter imagens dos molares do próprio Walkoff. A imagem obtida marcou o nascimento da Imaginologia Odontológica e Médica (MARTINS, 2005).

Quanto à natureza, os raios X correspondem à radiação eletromagnética com comprimento de onda no intervalo de 10^{-11} a 10^{-8} m (0,1 a 100 Å) (CHASSOT, 1995). Quando um feixe de raios X incide em um determinado material, ele pode ser absorvido ou espalhado, e a absorção da radiação pela matéria ocorre devido a interações entre a radiação incidente e os átomos do material no qual ela incide (MENDES, 2011)

Dentre as principais características dos raios X, destacam-se: a ação sobre as emulsões fotográficas (contidas no filme) e a capacidade de ação sobre as células vivas. A radiografia buco-dentária, no sentido mais amplo, pode ser considerada como uma representação da sombra dos tecidos dentários (Figura 24). Para a produção da sombra exigem-se 3 elementos: luz (raios X como fonte luminosa), objeto (os dentes) e película (onde incidem as sombras) (GREENFIELD, 1956).

Figura 24 – Exemplo de imagem radiográfica dentária



Fonte: (MADEIRA, 2007).

Segundo o autor, em um filme revelado, as partes que podemos ver correspondentes à anatomia do dente (apresentada na Figura 3), podem ser assim explicadas:

- **Esmalte:** estrutura que “resiste” sobremaneira à passagem dos raios X, e por isso aparece em branco nas radiografias. No caso de haver uma cárie, esta modifica os contornos do esmalte nas radiografias, dando lugar ao aparecimento de áreas escuras.
- **Dentina:** aparece com uma tonalidade cinza, por não ser tão resistente à passagem dos raios X quanto o esmalte. Uma boa radiografia delimita nitidamente o esmalte e a dentina. Esta deve ser examinada no sentido de observar a profundidade de uma cárie.
- **Polpa:** aparece em negro. Seu perfil é delicado, de contornos lisos, acompanhando a forma do dente a que pertence.
- **Cemento:** aparece em cinza também, contínuo com a dentina próxima à raiz, contornando-a em toda a sua extensão.

A observação das partes de um dente da maneira aqui detalhada se deve às suas diferenças de densidade. Quanto mais denso for o tecido, mais os raios-X são absorvidos, por isso a expressão “resiste sobremaneira à passagem dos raios X”.

O esmalte, por exemplo, que pode ser observado na Figura 24 como a parte branca em evidência apresenta maior densidade com relação à polpa, que pode ser vista em um tom de cinza abaixo do esmalte. O cemento, por sua vez, é ainda menos denso e aparece em uma fraca tonalidade cinza em torno da raiz. Assim, as partes pelas quais a radiação “passa” mais facilmente são as menos densas. Se o dente estivesse restaurado com amálgama, por exemplo, em sua coroa, este apareceria muito evidente em branco, já que pela presença de metais a radiação não atravessaria essa superfície.

1.5.2 O filme radiográfico

A película ou filme radiográfico é um pedaço de celulóide, recoberto por uma emulsão, composta de sal de prata – geralmente brometo de prata (AgBr) – em gelatina. A emulsão é aplicada na película de celulóide em camadas. Quando um filme contendo a emulsão é exposto à ação dos raios X, produz-se uma transformação dos sais de prata (GREENFIELD, 1956).

Depois de ser sensibilizado pelos raios X, o filme precisa ser revelado, para que a imagem latente (não visível) contida nele se torne visível. O revelador por si só (sem a prévia exposição aos raios X) não consegue produzir uma imagem visível no filme. É necessário expor o filme à radiação que, ao atravessar os tecidos menos densos de um dente, atingirá alguns cristais de AgBr da emulsão do filme, os quais serão revelados.

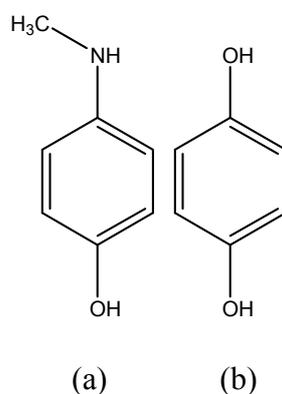
O termo “sensibilizar o filme” pela radiação se refere ao rompimento da ligação de caráter parcialmente covalente dos cristais de AgBr, pela incidência de radiação com energia suficiente para causar esta ionização. Assim, íons Ag^+ dos cristais atingidos pelos raios X ficam dispersos na emulsão do filme e, durante a revelação, a espécie utilizada como revelador transfere elétrons a estes íons, que são reduzidos à prata metálica, Ag^0 , responsável pela área escura do filme que visualizamos após o processamento radiográfico. Uma das formas de revelação do filme é o processamento manual, o qual é descrito a seguir.

1.5.3 O processamento radiográfico manual: etapas e reações envolvidas

O processamento manual de um filme radiográfico odontológico consiste na imersão do filme nas soluções reveladora e fixadora. A solução reveladora é uma solução aquosa composta de um agente redutor, um acelerador, uma substância protetora e outra limitadora. Já a solução fixadora, dentre outras substâncias, contém tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e ácido acético (CH_3COOH), que desempenham funções distintas (GREENFIELD, 1956).

Os agentes redutores usados no revelador são a hidroquinona ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$) e o metol (*p*-metilaminofenol) (Figura 25). Para facilitar a penetração destes reagentes na emulsão do filme, utiliza-se uma base, denominada “acelerador”, neste caso o carbonato de sódio (Na_2CO_3).

Figura 25 – Estruturas do metol (a) e da hidroquinona (b)

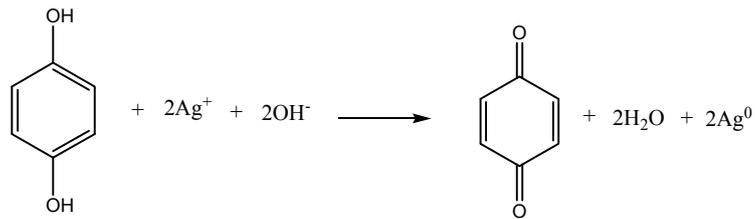


Fonte: Autores.

A revelação do filme é uma reação química de oxirredução (Figura 26). Quando se coloca na solução reveladora o filme sensibilizado pelos raios X, a prata é reduzida a Ag^0 , e

fica finamente pulverizada sobre a película. O revelador atua unicamente nos sais de prata que foram atingidos pela radiação. A prata em estado de finíssima pulverização é escura e, assim, quanto mais longo for o efeito dos raios sobre ela, mais escuros resultarão os filmes. O mesmo efeito ocorre se a revelação for por tempo prolongado (GREENFIELD, 1956).

Figura 26 – Reação de redução da prata pela hidroquinona na revelação do filme



Fonte: Autores.

Nessa reação, a prata é reduzida de Ag^+ para Ag^0 , diminuindo seu número de oxidação de +1 para 0 e provocando a oxidação da hidroquinona (Figura 27). Os átomos de carbono (nas posições *para* e *meta* do anel aromático da hidroquinona), por sua vez, aumentam seu número de oxidação de +1 para +2. Esse aumento do número de oxidação do carbono ocorre pela diferença de eletronegatividade entre carbono e oxigênio.

Para que essa reação ocorra, é fundamental a utilização da hidroquinona como revelador e do meio básico. A base desprotona o grupo fenol da hidroquinona, provocando ressonância. Assim, o par de elétrons “n” do oxigênio é transferido para o orbital “d” da prata, reduzindo-a.

Figura 27 - Semi-reação de redução da prata

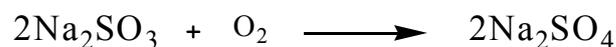


Fonte: Autores

As substâncias empregadas no revelador são ativas, provocando o escurecimento da película, o que pode ser evitado pelo emprego de brometo de potássio (KBr), agindo como limitador.

Como o revelador tem grande afinidade pelo oxigênio, resultando em uma rápida oxidação, esta reação é retardada ou inibida pela adição de sulfito de sódio (Na_2SO_3), o qual oxidará primeiro, agindo como uma substância protetora (Figura 28).

Figura 28 – Reação de oxidação do sulfito de sódio



Fonte: Autores.

A solução fixadora tem a finalidade de dissolver os sais de prata que não foram sensibilizados pela radiação, deixando apenas a imagem radiografada, e o tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) é quem desempenha essa função (Figura 29).

Figura 29 – Reação que ocorre na etapa de fixação da imagem



Fonte: Adaptação de Kuya (1993) .

Porém, antes de serem conduzidos ao fixador, os filmes revelados devem ser lavados em água limpa, fria, para remover o revelador remanescente. Caso não se proceda deste modo, o álcali se mistura ao fixador, neutralizando-o e, assim, a ação de impregnação do fixador fica prejudicada, manchando os filmes (GREENFIELD, 1956).

Outra função do fixador é endurecer a gelatina da emulsão, para que a radiografia fique resistente, em condições de manipulação para o uso do profissional. O ácido acético (CH_3COOH) é empregado a fim de evitar contaminação com remanescentes do revelador, que porventura ainda estejam presentes no filme. Resumidamente, o processamento radiográfico manual envolve os seguintes procedimentos: imersão do filme na solução reveladora, lavagem intermediária, imersão do filme na solução fixadora, lavagem final e secagem (PISTÓIA et al., 2004).

1.5.4 Recuperação da prata em resíduos do processamento radiográfico

Ressaltamos anteriormente a importância do descarte correto dos resíduos produzidos pela manipulação de materiais restauradores. Nesse sentido, ressaltamos o mesmo para os resíduos de fixadores de filmes radiográficos, além dos próprios filmes revelados, pois estes resíduos constituem fonte de prata (Ag) e, se descartados de maneira incorreta, mostram-se danosos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde.

A prata é um metal pesado e altamente poluidor. Por isso, conforme explicam Liporini, Mion e Cavalheiro (2012), sua liberação no ambiente é proibida por normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

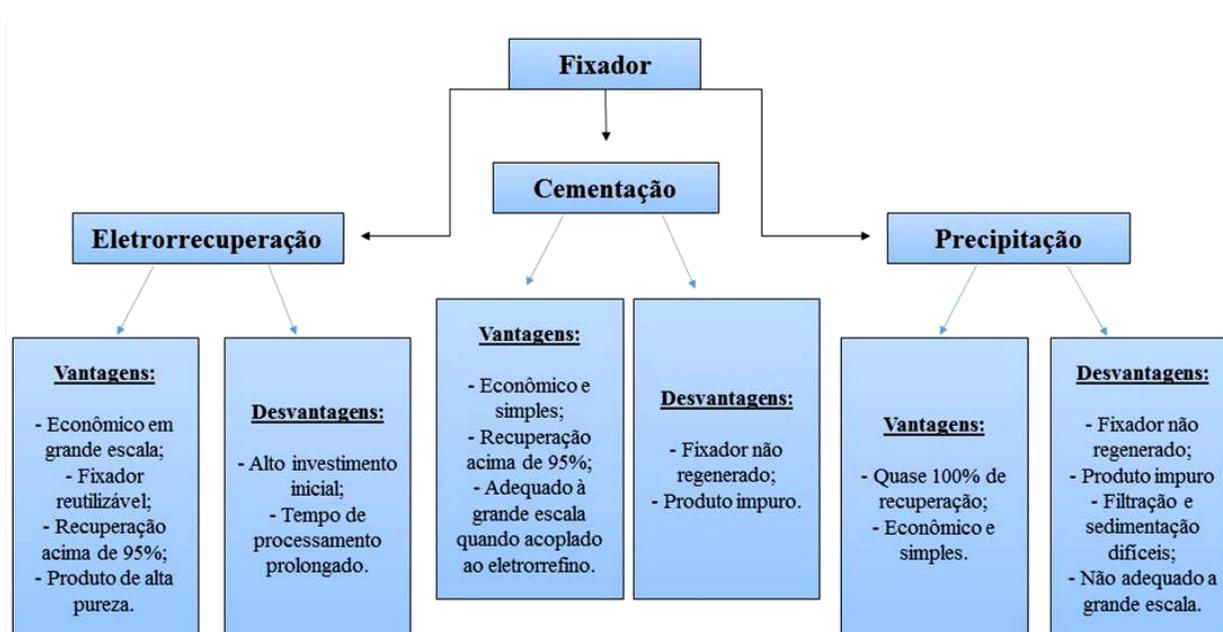
Grigoletto et al. (2011) afirmam que

De acordo com a Resolução nº 358/05 do Conama, os efluentes de processadores de imagem são considerados do grupo B, por apresentarem substâncias químicas que podem causar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Conforme descreve o artigo 21 da referida Resolução, os resíduos do grupo B, com características de periculosidade, como é o caso dos efluentes radiográficos, quando não forem submetidos a processos de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos. O artigo 22 diz que os resíduos do grupo B no estado líquido podem ser lançados em corpo receptor ou na rede pública de esgoto, desde que atendam às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes (GRIGOLETTO et al., 2011, p. 301).

Conforme já mencionado, após o filme passar pelo revelador, ao chegar à solução fixadora, os sais de prata não revelados são “removidos” da película radiográfica por esta solução, ou seja, são solubilizados nela. Dessa forma, o recipiente contendo a solução fixadora também contém prata. Sobral e Granato (1984) afirmam que a recuperação da prata contida em soluções fixadoras exauridas – esgotadas, já utilizadas - é atividade indispensável e existem diversos compostos que possibilitam a precipitação química da prata a partir destas soluções fixadoras exauridas.

Estes autores apresentam alguns métodos para a recuperação de prata a partir de fixadores (soluções fixadoras exauridas), quais sejam: eletrorrecuperação, cementação e precipitação química. A Figura 30 apresenta de maneira esquemática estes métodos, com algumas das vantagens e desvantagens apresentadas pelos autores.

Figura 30 – Métodos de recuperação da prata de soluções fixadoras



Fonte: Autores.

Em publicação mais recente, Bortoletto et al. (2007) também afirmam que a precipitação química é um dos métodos para a recuperação de altas concentrações de prata das soluções fixadoras, podendo ser utilizados hidróxido de sódio e sulfeto de sódio para precipitar a prata.

Encontramos também na literatura métodos para recuperação de prata nas próprias radiografias, ou seja, nos filmes já revelados. Um método proposto por Kuya (1993) apresenta detalhadamente um processo para recuperar prata de filmes processados de raios X, e este pode ser realizado utilizando recursos caseiros e reagentes facilmente disponíveis no comércio.

O autor sugere, inclusive, que este procedimento para recuperação da prata de radiografias é uma atividade interessante do ponto de vista didático pois acredita que, além da motivação inicial provocada por se tratar de um metal nobre, pode-se usar este processo para abordar conceitos químicos com os estudantes. O Quadro 1 apresenta, resumidamente, a descrição das etapas ocorridas neste processo.

Quadro 1 – Resumo do processo da recuperação de prata de radiografias

Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> - Os filmes são imersos em solução diluída de alvejante doméstico a base de hipoclorito por 24h; - A gelatina do filme contendo prata é removida, formando uma “lama” e deixando a base de acetato totalmente limpa, podendo ser reciclada; - Ação do hipoclorito sobre a emulsão contida no filme: $4\text{Ag} + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{Ag}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> - A “lama” sedimentada, é inicialmente escura e clareia devido à oxidação da prata (de Ag^0 a AgCl), pela ação oxidante do hipoclorito; - A “lama” contém: AgCl e Ag_2O, Ag dispersa e material orgânico (proteínas da gelatina utilizada na emulsão do filme) ainda não hidrolisado; - Fervê-la com NaOH e açúcar (sacarose), durante 30 min;
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> - Ao fim da fervura, deve haver aglomeração de Ag metálica, como um material denso e fácil de isolar por decantação; - Apesar da Ag obtida não apresentar o lustro típico deste material, tem todas as suas propriedades químicas, é de pureza razoável e pode ser utilizada para diversas finalidades.

Fonte: (KUYA, 1993).

Nesse sentido, tal processo foi testado para os filmes utilizados nesta pesquisa. Contudo, não conseguimos o resultado esperado para a Etapa 3 sugerida pelo autor. Isso pode ser devido à pouca quantidade de filmes revelados, e, por serem filmes radiográficos odontológicos, de tamanhos pequenos, minimizaram a quantidade de resíduos para recuperação da prata.

Grigoletto et al (2011) afirmam que uma solução adequada para o problema deste descarte seria a substituição dos equipamentos de radiografia tradicionais pelos equipamentos de radiografia digital, os quais não utilizam soluções químicas no processamento radiográfico e não geram efluentes. Isto também evita o contato dos trabalhadores com as substâncias químicas destas soluções, minimizando os impactos na saúde ocupacional, ambiental e na saúde pública em geral.

Porém, considerando os consultórios e demais ambientes da área da saúde que ainda não contam com equipamentos de radiografia digital, e o custo elevado de tratamentos para a recuperação da prata, destacamos a importância do encaminhamento correto destes resíduos para descarte. Os resíduos gerados pela atividade experimental realizada nesta pesquisa, foram encaminhados para descarte no laboratório de Química Analítica do departamento de Química da UFSM.

Neste capítulo, algumas das relações possíveis entre a Química e a Odontologia foram apresentadas. No capítulo 2, será abordada a temática “Química na Odontologia” no ensino, suas relações com conteúdos de Química, a utilização de temáticas no ensino de química, os Temas Químicos Sociais, dentre outros tópicos.

2 O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”

Sabemos que é comum o professor de Química se deparar com estudantes que enxergam a disciplina com os olhos de quem questiona: “para quê preciso aprender isto?”. Assim, o professor se preocupa – ou deveria preocupar-se – em diversificar e flexibilizar sua prática, a fim de estreitar as relações da Química com a vida destes estudantes e com o mundo que os cerca.

Nesse sentido, várias pesquisas vêm sendo realizadas na tentativa de encontrar alternativas que busquem flexibilizar o ensino de Química, pela utilização de diferentes metodologias. O ensino voltado quase exclusivamente para a utilização do livro didático desvinculado do dia a dia do estudante pode criar um obstáculo intransponível entre o conteúdo que o professor quer ensinar e o que é assimilado pelo aluno, o que torna o ensino monótono e desestimulante, causando o desinteresse do aluno por aprender Química (OLIVEIRA, SILVA e FERREIRA, 2010).

Nesse sentido, a inserção de diferentes estratégias metodológicas no ensino de Química pode contribuir para que o ensino se distancie de um monólogo do professor diante de uma “plateia” que se vê distante das novas e complexas informações que está ouvindo. Sob esta perspectiva, este capítulo trata da utilização de temáticas no ensino de Química, bem como de diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas para a abordagem de conteúdos químicos relacionados à temática em “Química na Odontologia”.

2.1 A UTILIZAÇÃO DE TEMÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA E OS TEMAS QUÍMICOS SOCIAIS

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM), de 2006, afirmam que no Brasil as práticas curriculares de ensino em Ciências Naturais ainda são marcadas pela tendência de manutenção do “conteudismo”, pautado na relação de ensino transmissão-recepção, limitada à reprodução restrita do “saber de posse do professor”, que repassa os conteúdos enciclopédicos aos estudantes. Estes, muitas vezes são considerados detentores de concepções que precisam ser substituídas pelas “verdades” químico-científicas.

Este repasse de conteúdos se refere ao ensino tradicional, direcionado à memorização de grande quantidade de informações por parte dos estudantes, a fim de que eles consigam mecanicamente reproduzi-las em avaliações. As informações acabam por não ter um significado para os estudantes, como se fossem alheias à sua vida.

As OCNEM afirmam que os processos de construção do conhecimento escolar supõem a interrelação de conceitos cotidianos e químicos, de saberes teóricos e práticos, mas não na perspectiva de converter ou substituir um pelo outro. E sim, na perspectiva do diálogo, capaz de auxiliar a estabelecer relações entre conhecimentos diversificados. A complexidade do mundo atual,

não mais permite que o Ensino Médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão (BRASIL, 2006, p. 106).

Nesse sentido, sabemos que muito tem sido feito em termos de pesquisa com diferentes metodologias e aplicação destas em sala de aula, a fim de superar a postura dos estudantes treinados apenas para exames de seleção, incentivando a formação cidadã dos mesmos e sua criticidade frente às mais diversas situações cotidianas.

Contudo, apesar dos esforços demandados em prol dessa formação, sabemos que muitos professores ainda centram sua prática na exposição de conteúdos desconexos da realidade dos estudantes. Não se trata de abandonar a aula expositiva e seu alcance para a abordagem de conteúdos de Química, e sim, de não fazer desta a única forma de abordá-los, buscando atrelar os conteúdos químicos ao contexto social e ao cotidiano dos estudantes.

Nesta perspectiva, a flexibilização de metodologias de ensino poderá estimular tanto o professor em sua prática, quanto os estudantes em sua aprendizagem. Metodologias diferenciadas, como as atividades experimentais, os jogos didáticos, a resolução de problemas e suas mais diversas possibilidades de aplicação em sala de aula, têm sido relatadas em trabalhos da área com sucesso.

É consenso entre os pesquisadores da área ser indispensável a leitura crítica de mundo pelas lentes da Química, o que enfatiza o papel do ensino da Química na formação do cidadão. Portanto, deve estar presente nas aulas de Química a decisão do professor de

trabalhar a partir de temáticas que possibilitem aos estudantes, enquanto cidadãos, um posicionamento consciente frente aos fatos do cotidiano (VOGEL e MARI, 2014).

Schnetzer (2004) afirma que os estudantes, pelo simples fato de estarem no mundo e buscarem dar sentido às inúmeras situações cotidianas com as quais se defrontam,

chegam a nossas aulas de Química com idéias sobre vários fenômenos e conceitos químicos que para eles fazem sentido, mas que, usualmente, são distintas dos significados científicos a elas atribuídos. Além disso, tais idéias influenciam o que e como poderão (ou não) aprender o que lhes ensinamos. Portanto, de simples recepção, a aprendizagem passa a ser concebida como evolução, reorganização ou mudança de concepções dos alunos, cabendo ao ensino a sua promoção (SCHNETZLER, 2004, p. 51).

Visto que promover essa reorganização de concepções cabe ao ensino, o professor tem papel imprescindível. Portanto, atribui-se ao professor a função de conduzir o ensino de Química de forma a fornecer subsídios para que os estudantes ampliem suas visões sobre o mundo que os cerca e sobre a realidade de sua vida diária, visando contribuir verdadeiramente para sua aprendizagem.

Neste ponto, chegamos à contextualização. Segundo Silva e Marcondes (2014), a contextualização dos conteúdos ensinados vem sendo apresentada como possibilidade relevante no processo de ensino e aprendizagem. A contextualização é defendida por diversos educadores, pesquisadores e grupos ligados à educação como um “meio” de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania, junto a uma aprendizagem significativa de conteúdos. Os autores explicam que a contextualização:

se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. Então, trata-se de pensar numa abordagem que busque estreitar a relação entre conceitos e contextos, com vistas a ensinar para a formação do cidadão (SILVA e MARCONDES, 2014, p. 16).

A contextualização no ensino é motivada pelo questionamento do que os estudantes precisam saber de química para exercer melhor sua cidadania. Portanto, os conteúdos a serem abordados em sala de aula precisam ter significação humana e social. Uma das maneiras de promover esta significação é a abordagem temática e o tema escolhido deve permitir o estudo da realidade (MARCONDES, 2008).

Braibante e Pazinato (2014) afirmam que a abordagem de temáticas no ensino de química visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para a formação do caráter cidadão dos alunos. Nessa perspectiva, o Laboratório de Ensino de Química

(LAEQUI), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), grupo de pesquisa do qual a autora desta pesquisa faz parte, utiliza o ensino de Química através de temáticas como uma das alternativas para contextualizar os conteúdos desta disciplina e relacioná-los com o cotidiano. Como explicam os autores,

o LAEQUI tem atuado em diversas linhas de pesquisa da área de ensino de Química, entretanto, tem dedicado grande parte de suas investigações a estudos relacionados com fatores que influenciam o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos no nível médio. É dentro desta perspectiva, que o grupo desenvolveu várias pesquisas utilizando temáticas e investigando suas implicações na aprendizagem dos estudantes (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014, p. 822).

São exemplos os seguintes autores, que desenvolveram suas dissertações de mestrado no LAEQUI: Zappe (2011), Pazinato (2012), Trevisan (2012), Wollmann (2013), Rocha (2014), Oliveira (2014), Miranda (2015) e Durand (2015), os quais trabalharam, respectivamente, com as seguintes temáticas: “agrotóxicos”, “alimentos”, “saúde bucal”, “atmosfera”, “esporte”, “aromas”, “drogas” e “minerais”.

Destacamos Trevisan (2012), autora da dissertação intitulada “Saúde Bucal como Temática para o Ensino de Química Contextualizado”. Neste trabalho, dentre outros tópicos, foram abordados: a cárie, a fluorose e os cremes dentais para explorar conteúdos químicos e desenvolver/aplicar diversas intervenções junto a estudantes de 2ª série do Ensino Médio. Este trabalho contribuiu para que a temática “Química na Odontologia” fosse explorada, considerando a bagagem química envolvida na prática odontológica, seus materiais e procedimentos e, é claro, resgatando orientações quanto a problemas comuns de saúde bucal, prevenção e tratamento dos mesmos, incluindo seus aspectos químicos.

Alguns materiais utilizados pelos dentistas, como: soluções reveladora de placa bacteriana, soluções utilizadas no processamento radiográfico, anestésicos e materiais restauradores são exemplos que impulsionaram a pesquisa realizada neste trabalho, buscando compreender como a Química e, assim, os conteúdos químicos do Ensino Médio podem ser abordados a partir destes materiais. Conforme já apresentado, a partir deste novo enfoque também é possível tratar novamente de orientações para a saúde bucal – desta vez em uma turma de 3ª série do Ensino Médio - ao abordar a anatomia dos dentes, as causas da cárie, da erosão dental, aspectos do tratamento restaurador e da higiene, por exemplo.

Podemos inferir, portanto, que tratar de “Saúde Bucal” e da “Química na Odontologia” separadamente não é possível. As temáticas são indissociáveis, visto que a Odontologia é a área da saúde formadora dos profissionais que utilizam materiais e

procedimentos tanto para a profilaxia quanto para o tratamento das desordens de nossa saúde bucal.

Nesse sentido, ao apresentarmos a “Química na Odontologia” como temática, buscamos explorar conteúdos químicos a partir da prática odontológica, utilizando-a como ponte para orientações em saúde bucal. A saúde bucal é um assunto de interesse público, relevante e que, além da vasta contextualização com conteúdos curriculares de química, proporciona uma rica abordagem em termos de conscientização e pode ser considerada como um Tema Químico Social.

Os Temas Químicos Sociais (TQS) envolvem conceitos da Química e têm potencial para discussão em diferentes aspectos. Eles desempenham papel fundamental no ensino de Química para a formação cidadã, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do estudante (VOGEL e MARI, 2014). Assim, o desenvolvimento de ações e atividades a partir da temática “Química na Odontologia” pode fazer da escola um espaço propício para a conscientização dos estudantes sobre suas atitudes e hábitos pessoais e, assim, sobre sua saúde. O professor é, portanto, quem pode – e deve – direcionar as relações entre o conhecimento específico da disciplina que leciona e a área da saúde.

Ressaltamos que, além de serem indissociáveis, as temáticas “Saúde Bucal” e “Química na Odontologia” não se esgotam nestes trabalhos. Referente à segunda, teríamos outros procedimentos e materiais da prática odontológica ricos em termos de relações com conteúdos químicos. Alguns exemplos são: clareamento dentário, esterilização de materiais, materiais de moldagem, aparelhos ortodônticos e procedimentos de limpeza dentária.

2.2 A TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA” E OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA

A temática “Química na Odontologia” apresenta um leque de possibilidades para a abordagem de conteúdos de Química no Ensino Médio. Por exemplo, admitindo como ponto de partida o processamento radiográfico odontológico ou alguns dos materiais restauradores utilizados pelos dentistas, o professor pode explorar diferentes conhecimentos químicos. O mesmo pode ser feito a partir de problemas comuns de saúde bucal, como a cárie e a erosão dental. Algumas relações entre a temática proposta e conteúdos de Química, são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Alguns dos conteúdos abrangidos pela temática “Química na Odontologia”

Tópicos da temática	Sugestões de conteúdos abordados
Cárie e Erosão dental	- Equilíbrio químico; - Ácidos carboxílicos/nomenclatura/ isomeria; - pH/ácidos/bases/indicadores; - Soluções: conceitos de soluto e solvente, concentração (g/L;g%), diluição;
Processamento radiográfico odontológico	- pH/ácidos/bases/indicadores; - Reações de oxirredução e seus conceitos fundamentais; - Grupos funcionais/estrutura/nomenclatura;
Anestésicos	- Grupos funcionais/estrutura/nomenclatura;
Materiais restauradores	- Características dos metais; - Sais e óxidos (nomenclatura); - Grupos funcionais/estruturas/nomenclatura; - Polímeros e reações de polimerização.

Fonte: Autores.

O conteúdo de pH, por exemplo, pode ser abordado em mais de um tópico da temática proposta, como a cárie, a erosão dental e o processamento radiográfico odontológico. A verificação e comparação de valores de pH em diferentes bebidas e produtos e em amostras de soluções reveladoras e fixadoras utilizadas no processamento radiográfico odontológico é possível com o auxílio atividades experimentais relativamente simples.

Várias reações de identificação de funções orgânicas também podem ser exploradas, na 3ª série do Ensino Médio, a partir de materiais de fácil aquisição utilizados na prática odontológica, como o eugenol e o líquido utilizado no preparo do cimento de ionômero de vidro (CIV). As aulas e atividades propostas neste trabalho foram norteadas pela maioria dos conteúdos apresentados no Quadro 2. No entanto, ressaltamos que estas atividades representam sugestões para a abordagem de conteúdos curriculares de química através da temática “Química na Odontologia”, porém não são as únicas.

Portanto, a temática “Química na Odontologia” não se limita às abordagens utilizadas e sugeridas, pois a prática odontológica abrange uma ampla variedade de possibilidades nesse sentido. Cabe ao professor, conforme as condições com as quais se depara na escola e de acordo com sua organização e planejamento, a decisão de como trabalhar nessa perspectiva.

2.3 METODOLOGIAS DE ENSINO E A TEMÁTICA “QUÍMICA NA ODONTOLOGIA”

Conforme foi apresentado, diversos conteúdos químicos podem ser abordados considerando a temática “Química na Odontologia”, e isto pode ser feito sob a perspectiva de diferentes metodologias de ensino, como oficinas temáticas sustentadas pelos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Outras estratégias metodológicas podem ser inseridas nas oficinas temáticas, como o estudo de casos, as atividades experimentais e o jogo didático, para que seja construída a relação temática-conteúdos. Nos tópicos a seguir são descritas as principais características referentes a estas metodologias, que foram utilizadas neste trabalho.

2.3.1 As oficinas temáticas e os Três Momentos Pedagógicos

Conforme Pazinato e Braibante (2014), nos dicionários da língua portuguesa, encontramos como um dos significados para a palavra oficina o de “local de trabalho” e para a expressão temática, a ideia de “assunto ou matéria”. Os autores explicam que

A união desses significados nos conduz a pensar em “um local em que se trabalha algum assunto”. Essa noção inicial a respeito das oficinas temáticas não é equivocada, porém está muito aquém do completo sentido dessa proposição metodológica. As oficinas temáticas possuem como alicerces a contextualização do conhecimento e a experimentação (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014).

Segundo Marcondes (2008), em uma oficina temática, os conteúdos químicos são selecionados em função do tema que se pretende abordar e são tratados na perspectiva da aprendizagem significativa. A oficina pode ser elaborada segundo uma sequência que considera três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2009).

Os três momentos pedagógicos, segundo estes autores, podem ser assim caracterizados:

- **Problematização Inicial:** este primeiro momento é caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos ante as questões em pauta e a função coordenadora do professor concentra-se mais em questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que em responder ou fornecer explicações.

O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. Nesse sentido, o professor deve preocupar-se em fomentar a discussão das distintas respostas dos alunos, lançando dúvidas sobre o assunto, no lugar de responder ou fornecer explicações.

- **Organização do Conhecimento:** este é o segundo momento, no qual se faz a abordagem dos conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial. Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009).

Assim, devem ser fornecidos subsídios – considerando o conteúdo científico – para que os estudantes possam repensar suas concepções iniciais. Segundo os autores, atividades variadas, como a resolução de problemas e exercícios podem ser empregadas, a fim de desempenhar sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos. E, assim, o professor pode desenvolver a conceituação fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas.

- **Aplicação do Conhecimento:** o terceiro e último momento destina-se, sobretudo, a abordar o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Nesse sentido, do mesmo modo que no momento anterior,

As mais diversas atividades devem ser desenvolvidas [...]. É um uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a ser atingidas com o processo de ensino-aprendizagem das ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009, p. 202).

2.3.2 Estudo de casos

Segundo Sá e Queiroz (2009), o método de estudo de casos é uma variante do método Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), o qual foi desenvolvido com o intuito de colocar

os estudantes em contato com problemas reais, estimulando o pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão.

As autoras definem que os casos são narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que precisam tomar importantes decisões sobre certas questões. Assim, quando familiarizados com o contexto do caso e com seus personagens, os estudantes são impulsionados a tomar decisões. Os estudantes cumprem as etapas de: identificar e definir o problema, acessar e avaliar informações necessárias à solução do problema e apresentar sua solução.

O método de estudo de casos tem sido adotado por professores de Química em pesquisas da área. Destacamos os autores Pazinato (2012), Miranda (2015) e Rocha (2015), em suas dissertações de mestrado, que apresentam o método do estudo de casos direcionado à resolução de problemas por parte dos estudantes. Na primeira delas, Pazinato elaborou e aplicou o caso “A saúde de Maria Eduarda” a uma turma de 3ª série do Ensino Médio, relacionado à temática “alimentos”. Miranda produziu o caso “O problema do meu amigo Antônio”, no contexto do tema gerador “drogas”, que emergiu em sua pesquisa. Por fim, Rocha elaborou 6 casos distintos, envolvendo o tópico *doping* na perspectiva da temática “esporte”, que embasava sua pesquisa.

Algumas características de um “bom caso” são apresentadas por Herreid (1998) e mencionadas por Sá, Francisco e Queiroz (2007). Dentre elas, destacamos: um bom caso é curto, narra uma história, desperta o interesse pela questão, é atual/recente e produz empatia com os personagens centrais. Herreid (1998) enfatiza que não há melhor forma de entender uma situação e ter empatia com os personagens do que ouvir eles falarem em suas próprias vozes.

Os estudantes podem resolver o problema detectado em um caso através de pesquisa e trabalho em grupo, o que favorece sua comunicação. O caso elaborado e aplicado em uma das Etapas desta pesquisa será apresentado no Capítulo 3, e os resultados obtidos serão discutidos no Capítulo 4.

2.3.3 Atividades experimentais

Ao apontarem problemas no ensino de Química, Beltran e Ciscato (1991) citam a ausência de atividades relacionadas à experimentação, que tenham bom planejamento e permitam aos estudantes uma vivência em situação investigativa, possibilitando o aprendizado de como se constrói o conhecimento químico.

Em concordância com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, (PCN+), a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma “receita” a ser seguida, como um roteiro nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual.

Nesse sentido, é preciso que o professor proporcione ao aluno a oportunidade de testar hipóteses, refletir sobre seus resultados e, assim, suas próprias conclusões poderão auxiliar na construção do conhecimento em questão. Para uma atividade experimental não é preciso que a escola disponha de laboratórios que incluam sofisticados materiais e equipamentos. É possível que o professor planeje e proponha atividades experimentais relativamente simples, realizadas no espaço da sala de aula e que requeiram materiais de fácil acesso.

Atividades deste tipo podem ser carregadas de significados para os estudantes, ainda que pareçam simples. Ao tratar de fenômenos ou situações familiares aos estudantes na forma de experimentos na sala de aula – não apenas como exemplificação de algo do cotidiano – o professor pode propor situações e problemas, suscitar questionamentos, colocando essa “simplicidade” sob um olhar científico dos estudantes.

Os estudantes são, então, conduzidos a refletir, a organizar suas ideias, até que consigam chegar às suas próprias conclusões e argumentem sobre elas. Para Silva e Zanon (2000), as atividades práticas podem ter um papel essencial no aprendizado de ciências, visto que têm uma função pedagógica. É preciso, portanto, valorizar a prática da experimentação nas possíveis relações entre saberes teóricos e práticos na construção do aprendizado.

Guimarães (2009) afirma que a experimentação

Pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetece que o conhecimento seja construído pela mera observação (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

O autor ressalta que quando o experimento é intencionado para que os alunos obtenham os resultados esperados pelo professor, não há problema a ser resolvido e o aluno não é desafiado a testar suas hipóteses ou encontrar inconsistência entre sua forma de explicar e a aceita cientificamente. Nesse caso, o estudante terá apenas que constatar a teoria e desprezar as divergências entre o que ele percebeu e o que acha que o professor espera que ele

obtenha. Além disso, a mera inserção dos estudantes em atividades práticas não é fonte de motivação. É preciso que haja confronto com problemas e reflexão em torno das ideias por eles apresentadas.

Oliveira (2010) afirma que “as aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências”. Nesse sentido, a autora apresenta algumas possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de ciências, além de fazer considerações a respeito destas.

Algumas das contribuições descritas pela autora são: **motivar e despertar a atenção dos alunos** (considerando que a simples aplicação de uma atividade experimental não garante o envolvimento de toda a turma, portanto o professor precisa usar estratégias que mantenham a atenção sobre a atividade proposta); aprender a **analisar dados e propor hipóteses** para os fenômenos; desenvolver a **capacidade de trabalhar em grupo**; desenvolver a **iniciativa pessoal e a tomada de decisão** (lembrando que as aulas tradicionais geralmente mantêm os estudantes inativos/passivos física e intelectualmente); aprimorar a **capacidade de observação e registro de informações**; **aprender conceitos científicos**; permitir ao professor **detectar e corrigir erros conceituais dos alunos**, entre outras.

Araújo e Abib (2003 apud OLIVEIRA, 2010) classificaram em três tipos de abordagens as atividades experimentais: atividades de demonstração, de verificação e de investigação. Algumas das características elencadas pelos autores para cada tipo de atividade são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Características dos tipos de abordagem das atividades experimentais

Características	Tipos de abordagem de atividades experimentais		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do professor	<ul style="list-style-type: none"> - Executar o experimento; - Fornecer explicações 	<ul style="list-style-type: none"> - Fiscalizar a atividade dos alunos; - Detectar/corrigir erros 	<ul style="list-style-type: none"> - Orientar as atividades; - Incentivar e questionar as decisões
Papel do aluno	<ul style="list-style-type: none"> - Observar; - Pode sugerir explicações 	<ul style="list-style-type: none"> - Executar o experimento; - Explicar os fenômenos 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar, planejar e executar a atividade; - Discutir explicações
Roteiro	<ul style="list-style-type: none"> - Fechado, estruturado, de posse do professor 	<ul style="list-style-type: none"> - Fechado e estruturado 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausente ou aberto/não estruturado
Posição da atividade na aula	<ul style="list-style-type: none"> - Central; - Ilustração; - Após aula expositiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Após aula expositiva 	<ul style="list-style-type: none"> - A atividade pode ser a própria aula ou ocorrer antes da abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Demandam pouco tempo; - Podem ser integradas à aula expositiva; - Úteis quando não há materiais ou espaço suficiente para todos 	<ul style="list-style-type: none"> - Os alunos têm mais facilidade ao elaborar explicação para os fenômenos; - Evidencia a compreensão (ou não) dos conceitos 	<ul style="list-style-type: none"> - Os alunos ocupam uma posição mais ativa; - O “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - A simples observação pode ser fator de desmotivação; - Mais difícil de manter a atenção do aluno 	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; - O fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer mais tempo para ser realizada; - Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: Adaptação de Oliveira (2010).

As atividades experimentais desta pesquisa serão apresentadas no Capítulo 3, e os resultados provenientes delas, no Capítulo 4.

2.3.4 Jogos didáticos

É provável que em algum momento da vida os estudantes de Ensino Médio tenham se deparado com um jogo, quaisquer que sejam suas regras, o espaço em que jogaram e o “formato” em que se apresentava o jogo: cartas, peças, tabuleiro, etc. Cunha (2012) afirma que os jogos, de modo geral, sempre estiveram presentes na vida das pessoas, seja como elemento de diversão, disputa ou como forma de aprendizagem. Ou seja, em diferentes épocas historicamente, jogar sempre foi uma atividade inerente do ser humano.

Soares (2008) apresenta definições importantes que clareiam a polissemia da palavra “jogo”, a qual nos remete a uma infinidade de definições. Dentre os diferentes significados para a palavra, o autor explica que um jogo é um sistema de regras, que devem ser claras. Os jogos apresentam desafios de vários níveis, os quais requerem diferentes alternativas e estratégias (estes detalhes são delimitados pelas regras).

Sobre a importância das regras, o autor explica que são elas que diferenciam os jogos. Por exemplo, um mesmo baralho pode proporcionar vários jogos, basta que sejam organizadas as regras de cada um. Quando alguém joga, executa as regras do jogo, ao mesmo tempo em que está desenvolvendo uma atividade lúdica, a qual é uma ação divertida, prazerosa e está presente no jogo. Caso se queira atingir a aprendizagem de algum conceito químico com os jogos, é preciso passar por regras a serem obedecidas para que o jogo funcione e os objetivos propostos sejam alcançados.

Cunha (2012) ressalta que para algumas pessoas pode parecer contraditório o fato de que a educação é tida como uma atividade séria e controlada, enquanto jogar lembra diversão ou, simplesmente, brincar. Esta contradição pode nos conduzir ao questionamento: “em que ponto o jogo é, então, válido no ensino?”.

Como se respondesse a esta questão, pelas ideias desta autora, a validade do jogo como instrumento que promova aprendizagem deve considerar que jogos no ensino são atividades controladas pelo professor, tornando-se atividades sérias e comprometidas com a aprendizagem. Para ser educativo, o jogo deve equilibrar duas funções: a lúdica (ligada à diversão e ao prazer de jogar) e a educativa (referente à apreensão de conhecimentos, habilidades e saberes). A autora ainda define e diferencia os termos “jogo educativo” e “jogo didático”. O primeiro

Envolve ações ativas e dinâmicas, permitindo amplas ações na esfera corporal, cognitiva, afetiva e social do estudante, ações essas orientadas pelo professor, podendo ocorrer em diversos locais. O segundo é aquele que está diretamente

relacionado ao ensino de conceitos e/ou conteúdos, organizado com regras e atividades programadas e que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa do jogo, sendo, em geral, realizado na sala de aula ou no laboratório (CUNHA, 2012).

Assim, Cunha conduz à conclusão de que o jogo didático, em aspectos gerais, é educativo, pois envolve ações como as lúdicas e as sociais, mas nem sempre um jogo educativo pode ser considerado didático. Um exemplo citado por ela é o jogo da memória, um jogo educativo, envolvendo habilidades como concentração e cooperação. Já um jogo didático, além das características do jogo educativo, deve possibilitar a aprendizagem de algum **conceito** (um jogo de memória com conceitos químicos, por exemplo).

Sobre a utilização de jogos didáticos no âmbito escolar, precisamente no ensino de Química, reunimos as ideias de Cunha (2012) e Focetola et al (2012), afirmando que o interesse do aluno passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, aquele que gera situações estimuladoras para a aprendizagem. Assim, o jogo tem sido utilizado nesta área a fim de auxiliar os estudantes a aprender ou revisar os conteúdos ministrados de forma lúdica, porém efetiva.

O jogo não deve ser considerado apenas uma ferramenta de diversão ou a única estratégia de ensino, mas uma maneira mais harmônica de interação entre os estudantes, que se tornam agentes ativos na construção do próprio saber (FOCETOLA et al., 2012). Nesse sentido, o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, ao passo que estimula o interesse do estudante (CUNHA, 2012).

Segundo Soares (2008), para se desenvolver um jogo didático, além do estabelecimento de regras claras e bem explicadas, é necessário que o aluno seja voluntário ao jogar, assim a atividade não perde seu caráter lúdico. Além disso, é interessante que ao propor um jogo, o professor o **teste**, a fim de saber o grau de envolvimento dos alunos e o quanto eles se divertem de fato (para não se ter apenas um material didático).

Nesse sentido, sobre testar o jogo proposto, Cunha (2012) afirma que

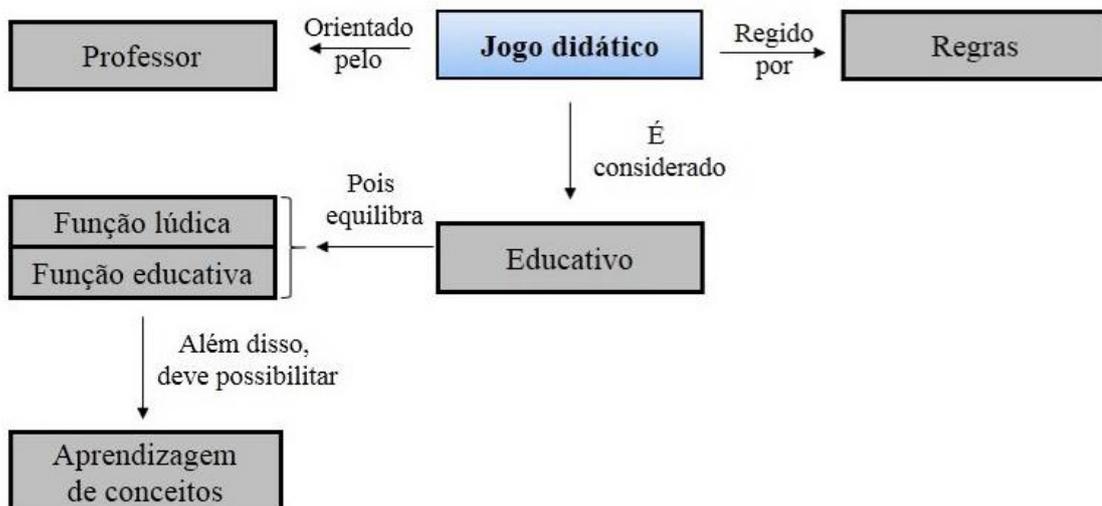
É importante que o professor o experimente antes de levá-lo à sala de aula, ou seja, que ele vivencie a atividade de jogar. O professor deve desenvolver a atividade como se fosse o estudante, pois somente assim será possível perceber os aspectos de: coerência das regras, nível de dificuldade, conceitos que podem ser explorados durante e após o seu desenvolvimento, bem como o tempo e o material necessário para sua realização. (CUNHA, 2012, p. 95).

Dessa forma, o próprio professor poderá “simular” dificuldades que os estudantes possam ter ao se deparar com o jogo. Algumas das dificuldades poderão ser evitadas, ou

consertadas a tempo, se necessário. Outras, podem fazer parte de algum critério ou “desafio” do jogo e, ainda, poderão surgir dificuldades durante o jogo em sala de aula, as quais não foram percebidas ao testá-lo.

Por essa razão, é igualmente importante um *feedback* por parte dos estudantes, sobre suas considerações sobre o jogo e suas sugestões. Assim, o professor terá um panorama de opiniões dos estudantes e quando o jogo for novamente utilizado, poderá ter uma versão aprimorada. Algumas das características aqui apresentadas acerca dos jogos didáticos estão sintetizadas na Figura 31.

Figura 31 – Esquema sobre jogo didático



Fonte: Autores.

O jogo desenvolvido, testado e aplicado em uma das etapas desta pesquisa será apresentado no Capítulo 3, e os resultados obtidos a partir dele serão discutidos no Capítulo 4.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A pesquisa apresentada nesta dissertação tem caráter predominantemente qualitativo. Segundo Garnica (1997), na abordagem qualitativa, o termo **pesquisa** é concebido como uma trajetória circular em torno do que se deseja compreender, não se preocupando unicamente com princípios, leis e generalizações, e sim, voltando o olhar à qualidade, aos elementos que sejam significativos ao observador-investigador.

Lüdke e André (1986 apud GARNICA, 1997), explicam que as características básicas de uma pesquisa qualitativa incluem: o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos e a preocupação com o processo é maior do que com o produto. Godoy (1995) corrobora essa ideia, pois também afirma que na abordagem qualitativa o **processo** é o foco de preocupação, e não simplesmente os resultados ou produtos.

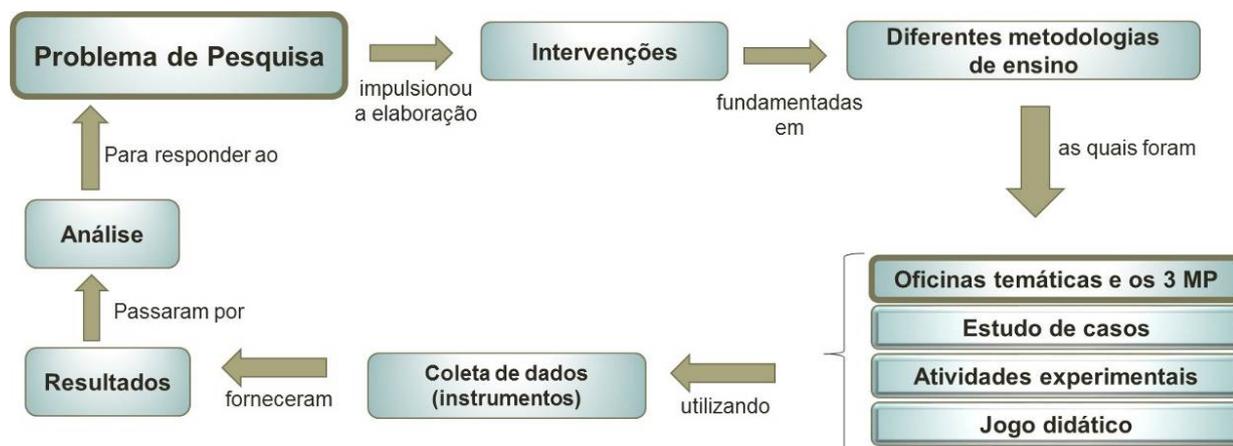
Segundo este autor, valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada. No que se refere à observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados na pesquisa,

A palavra escrita ocupa lugar de destaque nessa abordagem, desempenhando um papel fundamental tanto no processo de obtenção dos dados, quanto na disseminação dos resultados. [...] Visando à compreensão ampla do fenômeno que está sendo estudado, considera que todos os dados da realidade são importantes e devem ser examinados. O ambiente e as pessoas nele inseridas [...] não são reduzidos a variáveis, mas observados como um todo (GODOY, 1995, p. 62).

Günther (2006) acrescenta que a grande flexibilidade e adaptabilidade são características da pesquisa qualitativa. No lugar de utilizar instrumentos e procedimentos padronizados, a pesquisa qualitativa considera cada problema objeto de uma pesquisa específica para a qual são necessários instrumentos e procedimentos específicos.

A presente pesquisa pode ser esquematizada conforme a Figura 32.

Figura 32 – Esquematização da pesquisa



Fonte: Autores.

3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Antes de ser aplicado, o projeto desta pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CEP – UFSM) e teve sua versão final aprovada em novembro de 2014, sob registro nº 36540614.7.0000.5346. A submissão ao CEP se deve, principalmente, à utilização de amostras de dentes humanos em algumas de suas etapas e à justificativa da tomada radiográfica destes dentes.

As intervenções desenvolvidas no decorrer desta pesquisa foram aplicadas em uma turma de 3ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Tancredo Neves, em Santa Maria, RS. O colégio é de grande porte, funciona nos três turnos, com Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação para Jovens e Adultos (EJA), e dispõe de: um laboratório de informática, uma ampla sala equipada com projetor multimídia e computador, uma biblioteca, refeitório, dentre outros ambientes para professores e estudantes.

A pesquisa contou com o total de 24 estudantes participantes, 10 do sexo masculino e 14 do sexo feminino, na faixa etária entre 16 a 18 anos. Para fins de análise dos resultados, serão considerados, em cada uma das Etapas da pesquisa, os estudantes que participaram do início ao final de cada uma delas (com presença em pelo menos 75% das atividades desenvolvidas).

3.2 INSTRUMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados durante as intervenções desta pesquisa foram: questionários, exercícios, produção textual e diários de bordo: um da pesquisadora, contendo registros de suas observações e outros dos próprios estudantes (os quais utilizaram, individualmente, um caderno que serviu como diário de bordo durante a 2ª etapa desta pesquisa).

Os questionários foram instrumentos muito importantes, por permitir averiguar as concepções iniciais dos estudantes e, assim, discutir os possíveis avanços das mesmas ao final das intervenções desenvolvidas. Além deste instrumento, buscamos utilizar outros que permitissem auxiliar na coleta de outros dados também considerados relevantes, mas que o questionário por si só não contemplava. Por exemplo, vários exercícios, em diferentes momentos, foram propostos (referentes aos conteúdos químicos trabalhados nas intervenções). Alguns deles foram elaborados diante da necessidade de revisão de conceitos que ainda se mostravam confusos para os estudantes durante as atividades.

Tais exercícios forneciam subsídios à pesquisadora para detectar dificuldades que persistiam, mesmo após algumas intervenções. Assim, a partir do que os estudantes respondiam, era possível elaborar algumas alternativas na tentativa de corrigir possíveis erros conceituais.

A escolha pela produção textual, outro instrumento utilizado para a coleta de dados, justifica-se pelo fato de que ao produzir textos, os estudantes têm espaço para sistematizar suas ideias, atribuindo sentido a elas. Os estudantes são estimulados a organizar suas concepções sobre determinado conceito, para então transcrevê-las ou esquematizá-las.

O diário de bordo da pesquisadora consistiu em um importante instrumento para a obtenção de um *feedback* ao final de todas as intervenções, sobre como cada aula transcorreu em detalhes, com relação à sequência de atividades, à participação da turma e outras anotações pontuais importantes.

Por fim, o diário de bordo dos estudantes utilizado no decorrer da 2ª Etapa da pesquisa, possibilitou que os mesmos fizessem suas anotações durante as intervenções que constituíram essa Etapa, bem como os acompanhou durante todas as atividades experimentais. Assim, muitas vezes este instrumento serviu como guia do que seria trabalhado em determinadas aulas (a pesquisadora fixava nos cadernos tabelas, quadros e informações necessárias a alguma atividade).

Após serem preenchidos com registros escritos pelos próprios estudantes, os diários de bordo tornaram-se importante fonte de dados para uma análise da construção dos conhecimentos químicos propostos e de suas relações com a temática em questão.

3.3 DESENVOLVIMENTO DAS INTERVENÇÕES

Considerando a temática “Química na Odontologia” como ponto de partida, esta foi apresentada aos estudantes, bem como foram elaboradas e aplicadas duas oficinas temáticas, ambas fundamentadas nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2009). Para melhor explicitar as intervenções aplicadas na escola, realizadas de Abril a Agosto de 2015, as três Etapas nas quais elas foram estruturadas estão esquematizadas na Figura 33.

Figura 33 – Esquematização das Etapas de aplicação da pesquisa



Fonte: Autores.

Cada Etapa compreende um conjunto de intervenções (sendo que cada vez em que a pesquisadora esteve na escola para a realização das atividades é considerada uma intervenção). Assim, uma mesma Etapa é constituída de várias horas/aula, necessárias para a sequência de atividades que correspondem a ela. Tais atividades foram realizadas em períodos de aula da disciplina de Seminário Integrado e, por vezes, da disciplina de Química, perfazendo o total de 32 horas/aula, distribuídas em 17 intervenções.

O Quadro 4 apresenta as Etapas desta pesquisa, as intervenções realizadas em cada Etapa, as horas/aula demandadas em cada uma delas e uma sucinta descrição das atividades desenvolvidas.

Quadro 4 – Etapas da pesquisa e atividades desenvolvidas

(continua)

Etapa	Intervenção	Horas/aula	Atividades desenvolvidas
1^a	1	2 h/a	- Questionário de perfil - Apresentação da temática - Encaminhamento do TCLE
2^a	2	2 h/a	- Questionário Inicial – 1 ^a Oficina - Orientação sobre os diários de bordo - Problematização Inicial (1 ^o MP)
	3	1 h/a	- Início da Organização do Conhecimento (2 ^o MP) - Dentições e anatomia dental - Representação da anatomia dental
	4	2 h/a	- Nosso meio bucal - Escala de pH, acidez, basicidade - Atividade “pH em produtos comerciais”
	5	2 h/a	- Reação de equilíbrio: mineralização-desmineralização do esmalte dos dentes - Relação pH – ácidos - saúde bucal - Função tamponante da saliva - Erosão dental
	6	2 h/a	- Atividade “Proteção com flúor tópico” - Jogo “Trincas Químicas da Erosão Dental”
	7	1 h/a	- Início da atividade “Simulação da erosão dental” - Verificação do pH das bebidas e 1 ^a verificação das massas dos dentes
	8	2 h/a	- Resolução de exercícios de revisão - 2 ^a verificação das massas dos dentes
	9	1 h/a	- 3 ^a verificação das massas dos dentes
	10	2 h/a	- Palestra com a prof ^a Luana (problemas comuns de saúde bucal e orientações) - Distribuição de <i>kits</i> de higiene
	11	2 h/a	- Atividade “Soluções” - Conceitos iniciais e concentração comum a partir das soluções reveladora de placas bacterianas e de NaF

(conclusão)

	12	4 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Cárie: causas, principais ácidos causadores e diferenças com relação à erosão dental - Composição química de alguns materiais restauradores - Atividade “Identificação de funções orgânicas” (olefina, fenol, ácido carboxílico e álcool) - Exercícios de identificação de funções orgânicas presentes nas estruturas estudadas - Término do 2º MP
	13	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Início da Aplicação do Conhecimento (3º MP) - Confecção de cartazes e modelagem
	14	1 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Encaminhamento do Estudo de Caso “A consulta de Mateus”
	15	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega dos casos resolvidos - Discussões - Questionário final - Encerramento da Oficina 1
3ª	16	2 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário inicial – Oficina 2 - Problematização Inicial (1º MP) - Início da Organização do Conhecimento (2º MP) - Raios X: histórico e características - Composição química do filme radiográfico
	17	3 h/a	<ul style="list-style-type: none"> - Composição química das soluções reveladora e fixadora - Etapas do processamento radiográfico odontológico manual e reações envolvidas - Aplicação do conhecimento (3º MP): - Atividade “Revelando a Química” - Atividade final - Questionário final - Encerramento da Oficina 2 (término das atividades)

Fonte: Autores.

Cada uma das Etapas será detalhada nos itens a seguir.

3.3.1 1ª Etapa: apresentação da proposta

No primeiro contato com a turma, correspondente à intervenção 1, foi entregue aos estudantes um questionário para verificação do perfil dos sujeitos pesquisados, contemplando

algumas de suas concepções e características (Apêndice A). Após todos terem respondido às questões, a temática “Química na Odontologia” foi apresentada pela pesquisadora, como sendo o ponto de partida para o desenvolvimento da série de atividades que seriam desenvolvidas no decorrer da aplicação da pesquisa.

A conversa que se seguiu permitiu um diálogo informal entre a pesquisadora e os estudantes, sobre as profissões almejadas por eles, sobre curiosidades com relação às consultas ao dentista e sobre “pensar a Química nas coisas do dia a dia”. Inicialmente, dentre os interesses dos estudantes por cursos de graduação, alguns mencionados foram: engenharia civil, arquitetura, matemática, medicina veterinária e educação física.

Em seguida, conforme solicitado pelo CEP da UFSM, os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A). Os estudantes maiores de idade assinaram o Termos e o devolveram no mesmo dia, enquanto os demais levaram para casa e os trouxeram, assinados pelos pais ou responsáveis, na aula seguinte.

3.3.2 2ª Etapa: oficina temática “A Química na Odontologia: da constituição dos dentes à saúde bucal”

A primeira oficina, intitulada “A Química na Odontologia: da constituição dos dentes à saúde bucal”, corresponde às intervenções de números 2 a 15, totalizando 25 horas/aula. Primeiramente, os estudantes responderam a um questionário inicial, o qual tinha o objetivo de analisar suas concepções iniciais acerca dos tópicos que seriam abordados no decorrer desta oficina, como: constituição dos dentes, cárie, erosão dental, pH e saúde bucal, e algumas funções orgânicas (Apêndice B).

Em seguida, foram apresentados aos estudantes seus diários de bordo individuais, que os acompanhariam durante todas as atividades pertinentes a esta oficina (Figura 34). No início das aulas a pesquisadora distribuía os cadernos e os recolhia ao final das mesmas, a fim de manter o controle deste material.

Figura 34 – Diários de bordo dos sujeitos da pesquisa



Fonte: Autores.

Após as orientações sobre os diários de bordo, a oficina iniciou, considerando a sequência dos Três Momentos Pedagógicos.

- 1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial (1º MP)

O 1º MP desta oficina ocorreu na intervenção de número 2, na sala de multimídia, devido ao amplo espaço disponível. Em uma mesa foram dispostas diversas embalagens, de diferentes tipos de alimentos e bebidas, como: achocolatado em pó solúvel, barras de chocolate, biscoitos doces e salgados, gelatinas, refrigerantes (tipo cola, guaraná e limão) e chá de pêssego, entre outros (Figura 35).

Figura 35 – Embalagens de alimentos



Fonte: Autores.

Na mesma mesa, foram dispostas fotografias de dentes em determinadas condições quanto à sua aparência: com lesões de cárie em estágio inicial, lesões de erosão dental, bem como dentes restaurados com diferentes tipos de materiais, como amálgama e resina (Figura 36).

Figura 36 – Fotografias de dentes em diferentes condições



Fonte: Autores.

Ao lado da mesa, foram organizadas embalagens de produtos de higiene bucal: flúor tópico em gel, cremes dentais e enxaguatórios bucais (Figura 37). Os estudantes foram orientados a analisar os rótulos disponíveis, e a dinâmica de observações dos rótulos se deu da seguinte forma: cada um se dirigia aos locais contendo as embalagens, pegava algumas, analisava, anotava informações na tabela contidas em seu diário de bordo (Apêndice D), devolvia os rótulos e pegava outros, para que todos pudessem analisar tipos variados de bebidas, alimentos e produtos de higiene.

Figura 37 – Embalagens de produtos de higiene bucal



Fonte: Autores.

A primeira das tabelas do diário de bordo relacionava o alimento com os ingredientes que poderiam ser “nocivos” à nossa saúde bucal, e qual(is) problema poderiam causar. Por exemplo, os estudantes poderiam relacionar os ácidos presentes nas bebidas ou os carboidratos presentes nos alimentos com a erosão dental e a cárie, por exemplo. Já a segunda tabela, relacionava o tipo de produto de higiene com elementos químicos que os estudantes conseguissem identificar nos produtos, e que pudessem auxiliar na manutenção de nossa saúde bucal.

Após a análise e anotações feitas pelos estudantes, a pesquisadora levantou alguns questionamentos, dentre eles:

- “Será que o consumo frequente de ingredientes contidos nestes alimentos e bebidas pode contribuir para causar algum desses problemas em nossos dentes?”
- “Estes dois dentes das imagens sofrem do mesmo problema, pelas mesmas causas?”
- “Vejam o exemplo do ácido cítrico, escrito na embalagem de chá. Se este chá fosse consumido com muita frequência, poderia contribuir para deixar nosso dente com a aparência assim?”
- “Existem diferenças entre estes materiais restauradores utilizados nestes dentes da imagem? Por que se utiliza um material restaurador?”

Estes questionamentos foram discutidos e fomentados, proporcionando espaço para que os estudantes manifestassem suas concepções e argumentos. O objetivo de questioná-los foi conduzi-los à percepção de que, apesar de pensarem haver muitas explicações químicas

para o que estavam vendo e o que já vivenciaram de alguma maneira (ingerindo alimentos, utilizando produtos de higiene bucal, ou passando por um tratamento restaurador), faltava o conhecimento de **como** a química estava envolvida – ou **quais** os conhecimentos químicos envolvidos - naquilo tudo, e mais, dentro de nossa própria boca.

Na sequência, os estudantes manipularam, utilizando luvas cirúrgicas, as 15 amostras de dentes humanos (5 incisivos, 5 pré-molares e 5 molares), concedidas pelo Banco de Dentes Permanentes Humanos da UFSM, BDPH – UFSM (Figura 38). Dentre as amostras, vários dentes se diferenciavam no número de raízes, em suas formas, com lesões de cárie, com restauração de amálgama, apresentando manchas, dentre outras características.

Figura 38 – Estudantes manipulando amostras de dentes humanos



Fonte: Autores.

Os estudantes foram orientados a anotar em seus diários de bordo os aspectos observados por eles, os quais julgassem relevantes sobre a aparência das amostras. O momento de análise dos detalhes de amostras de dentes humanos foi algo inédito para os estudantes.

- 2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

Neste momento, que compreende as intervenções de número 3 a 12, conforme Quadro 4 vários assuntos foram abordados, a fim de contextualizar conteúdos químicos com a temática “Química na Odontologia”. Dentre eles, destacamos:

- Dentições humanas (desde o desenvolvimento dos dentes no bebê, até a vida adulta) e aspectos gerais da anatomia dental, enfatizando os constituintes químicos dos dentes;

- O meio bucal: pH, a saliva e funções desempenhadas por ela, reação de equilíbrio de mineralização e desmineralização da hidroxiapatita;

- Relações entre pH e saúde bucal (escala de pH, acidez, basicidade, indicadores, reação de neutralização), erosão dental (causas, relação direta com ácidos; estrutura química, funções orgânicas presentes e nomenclatura desses ácidos);

- A proteção da superfície dental com uso de produtos fluoretados (considerando a reação de formação da fluorapatita e sua consequência para a superfície dentária);

- Conceitos fundamentais relacionados às “soluções”, como soluto e solvente, concentração comum, diluição, a partir das soluções reveladora de placas bacterianas e de fluoreto de sódio;

- Cárie (diferenças com relação à erosão, causas, estrutura dos ácidos envolvidos e prevenção), composição química de alguns materiais restauradores e anestésicos (ênfase nas funções orgânicas presentes em amostras de materiais e reações de caracterização dessas funções);

- Alguns dos materiais restauradores utilizados na prática odontológica, sua composição química e estudo das funções orgânicas presentes nas amostras.

Dessa forma, com a abordagem de vários conteúdos relacionados aos tópicos da temática “Química na Odontologia”, o 2º Momento Pedagógico teve como objetivo principal fornecer aos estudantes subsídios que auxiliassem na compreensão dos questionamentos levantados durante toda a Problematização Inicial.

Para tanto, aulas expositivas utilizando recursos como o projetor multimídia e o quadro, bem como diferentes estratégias metodológicas inseridas nas oficinas temáticas foram utilizadas e serão relatadas nos tópicos a seguir.

3.3.2.1 Representação da anatomia dental

Após os estudantes já terem observado as amostras de dentes humanos no 1º MP, ocorreu a intervenção de número 3. Em uma aula utilizando o projetor multimídia, os seguintes tópicos foram explorados: dentições humanas, formação dos dentes, seus diferentes formatos e funções na mastigação e composição química dos dentes – com ênfase na composição mineral do esmalte dos dentes.

Um macromodelo foi apresentado pela pesquisadora, a fim de que os estudantes pudessem observar, em escala maior, o interior da boca de uma pessoa adulta e tivessem uma melhor compreensão dos assuntos abordados nesta aula.

Em seguida, os diários de bordo foram distribuídos individualmente, e foi solicitado aos estudantes que representassem, através de um desenho, as “partes de um dente”, referentes aos aspectos gerais estudados sobre a anatomia dental. Para tanto, foram distribuídos lápis de cor e giz de cera.

Após concluírem seus desenhos, os diários de bordo foram recolhidos pela pesquisadora, para serem entregues novamente na próxima atividade.

3.3.2.2 Atividade experimental “pH em produtos comerciais”

Durante a intervenção de número 4, após o estudo da escala de pH, bem como da concentração de íons H^+ em solução, os estudantes foram orientados para realizarem a atividade experimental, “pH em produtos comerciais”. Para esta atividade, inicialmente alguns produtos foram dispostos em uma mesa.

Em seguida, organizados em pequenos grupos, os estudantes se dirigiram à mesa e verificaram os valores de pH de cada produto com uso de fita de papel indicador universal, as quais eles ainda não conheciam, bem como preencheram uma tabela de dados em seus diários com os valores aproximados obtidos com o teste (Figura 39).

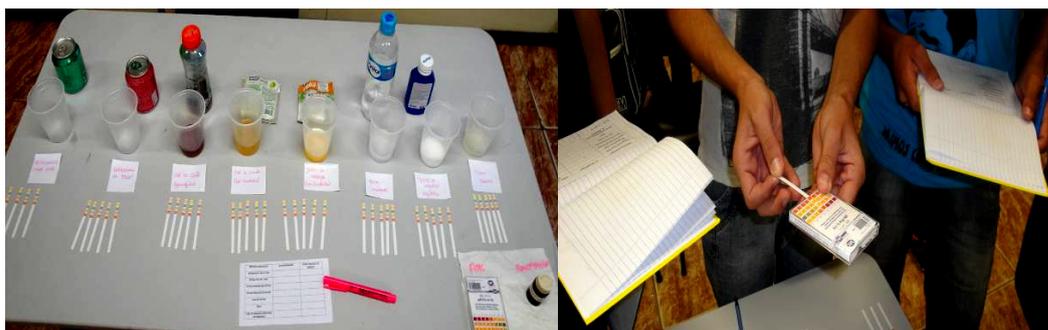
Figura 39 – Tabela preenchida por um dos estudantes na atividade experimental

obs: Água da torneira 7 7 Neutro

PRODUTO ANALISADO	pH APROXIMADO	ÁCIDO, NEUTRO OU BÁSICO?
Refrigerante sabor limão	4	Ácido
Refrigerante de "cola"	4	Ácido
Chá de limão (de garrafinha)	3	Ácido
Chá de limão (pó dissolvido)	2	Ácido
Suco de laranja	3	Ácido
Água (GARRAFINHA)	7	Neutro
Leite de Magnésia (Hidróxido de Magnésio)	10	Básico
Vinho branco	3	Ácido

Os produtos analisados foram: refrigerante tipo cola e sabor limão; chá de limão (um pronto para beber e outro solúvel); suco de laranja (solúvel); leite de magnésia; água mineral, água da torneira e vinho branco (Figura 40).

Figura 40 – Atividade experimental “pH em produtos comerciais”



Fonte: Autores.

Um dos estudantes fez o seguinte questionamento: “o que os ácidos dessas bebidas podem causar em nossos dentes?”. Esta questão proporcionou discussões sobre os valores de pH anotados pelos estudantes, sobre quais as bebidas podiam ser consideradas de caráter ácido e, conseqüentemente, reflexões sobre os ácidos provenientes de nossa dieta como fontes extrínsecas da erosão dental.

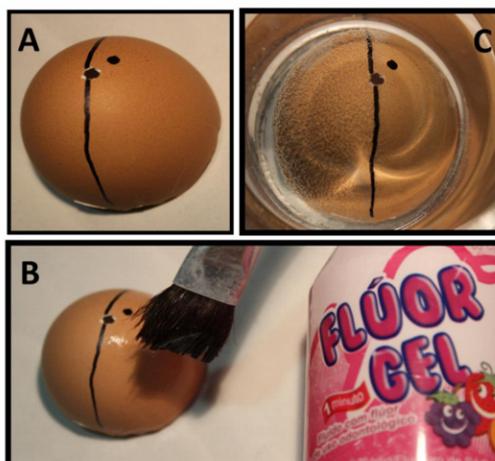
Ao final da atividade, foi realizado de forma demonstrativa um teste utilizando fenolftaleína como indicador nas amostras, a fim de apresentar aos estudantes um exemplo de indicador, a faixa de pH em que ele atua e sua estrutura química. Outro produto além dos analisados por eles foi utilizado para este teste: o cimento de hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (BISSOLI et al., 2008; MASSARA et al., 2012), utilizado pelos dentistas.

3.3.2.3 Atividade experimental “Proteção com flúor tópico”

Esta atividade experimental consistiu em verificar o que aconteceria à superfície da casca de um ovo quando submetida ao ataque ácido, de maneira análoga à superfície do esmalte dentário.

O experimento foi adaptado de Sampaio (2014), que o utilizou em seu trabalho de conclusão de curso, intitulado: “Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: proposta de situação de ensino e aprendizagem em química” (Figura 41).

Figura 41 – Experimento realizado por Sampaio (2014)

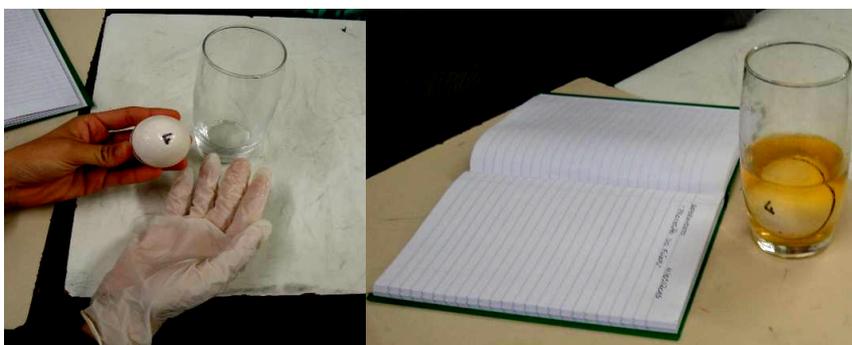


Fonte: (SAMPAIO, 2014).

Os materiais necessários para a realização da atividade foram: cascas de ovos (que contém carbonato de cálcio, CaCO_3), flúor gel tópico (gel contendo fluoreto na forma de fluoreto de sódio – NaF), facilmente adquirido em loja de materiais dentários, vinagre e copo de vidro. Esta atividade experimental foi realizada na sala de aula, com os estudantes distribuídos em grupos.

Os alunos demarcaram a metade da casca do ovo, com marcador permanente. Em uma das metades, aplicaram o gel de uso tópico, contendo NaF , utilizando luvas. A outra metade da casca do ovo representava o controle, sem aplicação do gel. Assim, ao ser inserido no copo contendo vinagre, o ovo tinha ambas as superfícies em contato com o ácido acético.

Figura 42 – Atividade experimental “Proteção com flúor tópico”



Fonte: Autores.

Após a atividade, os estudantes foram orientados a anotar em seus diários o que observaram, depois expuseram para o grupo. Em seguida, foram apresentadas e discutidas as reações envolvidas no experimento, com o intuito de relacionar o fato observado com o que ocorre em nosso meio bucal, ao escovarmos nossos dentes com dentifrícios fluoretados, ao utilizarmos enxaguatórios bucais e géis contendo o íon fluoreto na forma de NaF e bebermos água fluoretada, por exemplo. No Quadro 5 constam as reações apresentadas aos estudantes.

Quadro 5 – Reações envolvidas na atividade experimental “Proteção com flúor tópico”

Atividade experimental “Proteção com flúor tópico”: reações envolvidas	
Procedimento	Reação
Casca do ovo em contato com o CH ₃ COOH do vinagre: rapidamente ocorre desprendimento de CO ₂	$\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
Casca do ovo “protegida” pela aplicação do gel contendo NaF, também em contato com o CH ₃ COOH do vinagre	$\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{NaF}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CaF}_{2(s)} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)}$

Fonte: Autores.

Como forma de revisão dos conteúdos abordados até então na oficina, especialmente referente à erosão dental, foi elaborado e aplicado aos estudantes um jogo didático desenvolvido para este fim. O baralho do jogo “Trincas Químicas da Erosão Dental”, suas regras e dinâmica são apresentadas no tópico a seguir.

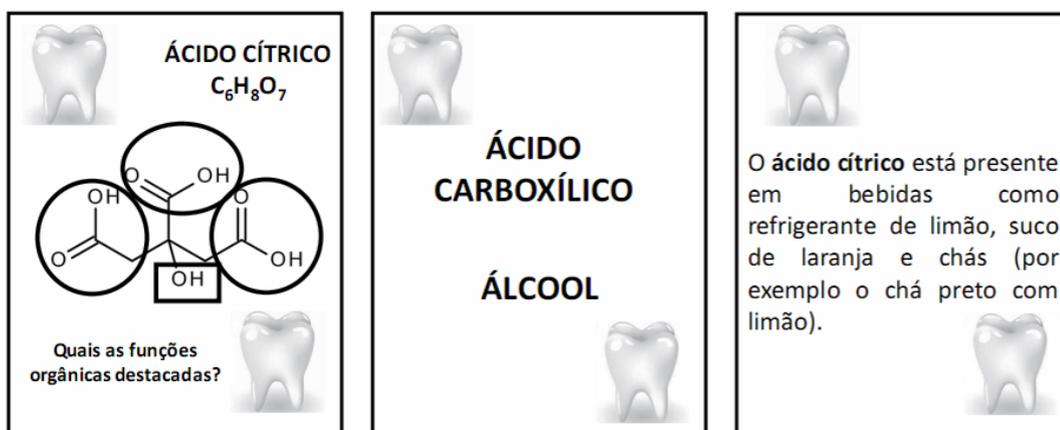
3.3.2.4 Jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental”

O jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental” é constituído de um baralho com 38 cartas, sendo elas: 11 “trincas”, que são sequências de 3 (Figura 43), 1 carta “curinga” (Figura 44) e 4 cartas para ações extras (Figura 45). O baralho completo pode ser verificado no Apêndice F. Para se formar uma “trinca”, é preciso que o estudante tenha em mãos três

cartas com informações coerentes e conectadas. Por exemplo, a “trinca” da Figura 43 apresenta:

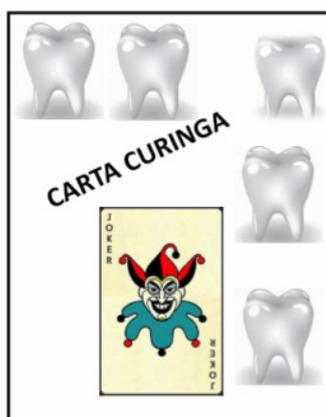
- Carta 1:** representação da estrutura química do ácido cítrico;
- Carta 2:** nomes das funções orgânicas destacadas na carta 1;
- Carta 3:** relação entre o ácido e algumas das bebidas analisadas.

Figura 43 – Exemplo de “trinca” de cartas do baralho



Fonte: Autores.

Figura 44 – Carta “curinga” do baralho



Fonte: Autores.

Figura 45 – Cartas de ações extras



Fonte: Autores.

As cartas de ações extras têm a função de movimentar o jogo e são de uso opcional para o jogador que as tiver em mãos. Da esquerda para a direita, respectivamente: a 1ª carta apresenta o comando para todos os jogadores trocarem suas cartas com o colega à esquerda; a 2ª faz o mesmo, com os jogadores à direita; a 3ª bloqueia a jogada do colega à direita e, por fim, a 4ª carta bloqueia a jogada do colega à esquerda, ficando este uma rodada sem jogar. A carta “curinga” pode substituir uma carta faltante para completar uma trinca.

Quanto à dinâmica do jogo, os estudantes estavam organizados – em sua maioria – em grupos de 4 componentes (Figura 46). Primeiramente, as cartas foram embaralhadas e cada jogador recebeu 6. Assim, 24 cartas estavam em jogo e 14 cartas em um monte para “comprar”. Qualquer jogador podia iniciar, e vencia quem primeiro completasse duas “trincas”, conferidas pela pesquisadora.

Figura 46 – Estudantes jogando “Trincas Químicas da Erosão Dental”



Fonte: Autores.

Os estudantes jogaram de acordo com regras previamente estabelecidas, as quais foram explicadas a eles utilizando o projetor multimídia e são as seguintes:

- 1) O jogador que iniciar o jogo, “compra” uma carta do monte;
- 2) Se essa carta for oportuna, ou seja, completar ou auxiliar na formação de alguma “trinca”, ele fica com ela e devolve uma carta sua para o monte, colocando-a por último;
- 3) Se a carta “comprada” não servir, ele pode devolvê-la para o último lugar do monte, permanecendo com as mesmas cartas que havia antes;
- 4) Se o jogador tiver alguma das cartas de ação extra em mãos e quiser utilizá-la antes de passar a vez para o próximo, pode fazer isso. Se forem a 1ª ou a 2ª cartas apresentadas na Figura 5, estas retornam para o monte. Se forem a 3ª ou a 4ª, após seu uso são retiradas do jogo;
- 5) Caso o jogador tenha em mãos ou “compre” a carta “curinga”, pode utilizá-la como quiser em suas cartas. O próximo jogador, em sentido horário, dá sequência ao jogo.

O jogo “Trincas Químicas da Erosão Dental” foi testado com os colegas do grupo de pesquisa, LAEQUI, antes de sua utilização com os estudantes. Os resultados relativos à aplicação deste jogo, bem como o *feedback* e sugestões dos estudantes sobre o mesmo serão discutidos no Capítulo 4.

3.3.2.5 Atividade experimental “Simulação da erosão dental”

Além das contribuições de Trevisan (2012) com relação à utilização da temática “Saúde Bucal” no ensino de Química, os trabalhos de Storgatto e Barin (2013) e Storgatto, Braibante e Durand (2014) apresentaram a erosão dental como possibilidade de trabalhar conteúdos de Química no ensino médio.

Estes dois últimos trabalhos foram desenvolvidos em turmas de 1ª série do ensino médio: o primeiro deles, durante a disciplina de Instrumentação para Laboratório de Química, do curso de Química Licenciatura da UFSM, e o segundo relacionando a erosão dental com a temática “Minerais”, a qual foi a temática norteadora da dissertação de mestrado de Durand (2015).

Na presente pesquisa, antes de iniciar a atividade experimental “Simulação da erosão dental”, a turma foi dividida em 7 grupos. Cada grupo recebeu uma amostra de dente humano (os mesmos utilizados no 1º MP), ficando responsável por anotar o que aconteceria com

relação à sua massa e “aparência” nos intervalos de tempo determinados, imerso em certa bebida (cada grupo recebeu um tubo de ensaio contendo uma bebida) (Figura 47).

Figura 47 – Materiais para o experimento “Simulação da erosão dental”

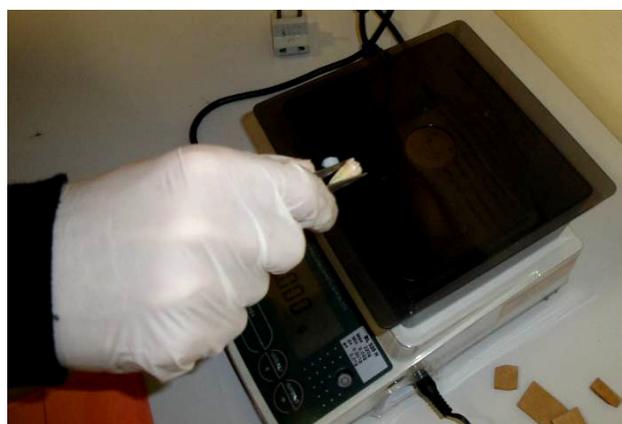


Fonte: Autores.

Foram feitas três verificações de massa dos dentes imersos nas bebidas, e todas ocorreram na mesma semana: uma verificação inicial, uma intermediária e uma final. A balança analítica utilizada para este fim foi solicitada ao Departamento de Química da UFSM, tendo seu empréstimo concedido (Anexo G).

Após cada verificação de massa, os estudantes anotavam em seus diários o valor obtido para o dente que estava sendo analisado pelo seu grupo (Figura 48). O questionamento feito ao início desta atividade foi: “o que penso que vai acontecer com o dente pelo qual meu grupo é responsável?”.

Figura 48 – Estudante verificando a massa de um dos dentes



Fonte: Autores.

Esta atividade apresenta características de uma atividade experimental de verificação, segundo Oliveira (2010), assim como as anteriores. Isso porque, em várias intervenções anteriores tratávamos da erosão dental e do potencial erosivo de bebidas que consumimos como uma das possíveis causas para este problema de saúde bucal, ou seja, já havíamos trabalhado a parte teórica antes do experimento.

Após a verificação da massa final dos dentes, os resultados obtidos por todos os grupos foram expostos no quadro, comparados e discutidos. Alguns dos questionamentos que nortearam as conclusões dos estudantes, registradas por eles em seus diários, foram: “O que houve com a massa dos dentes, com sua coloração e outras características?” e “O que vocês pensavam que aconteceria? Isso foi confirmado ou não?”.

O Quadro 6 apresenta de maneira resumida como ocorreu a atividade experimental de simulação do processo de erosão dental.

Quadro 6 – Atividade experimental “Simulação da erosão dental”

Dente	Bebida	Proced. 1	Proced. 2	Proced. 3	Proced. 4	Proced. 5
1	Refrig. Limão	Verificação do pH das bebidas com fita	Imersão do dente na bebida	1 ^a Verificação das massas das amostras em balança analítica (no início)	2 ^a Verificação das massas das amostras (após 5 dias)	3 ^a Verificação das massas das amostras, registros nos diário e discussões (no final)
2	Refrig. Cola					
3	Suco uva					
4	Suco laranja					
5	Vinho branco					
6	Chá preto c/ limão					
7	Água (controle)					

Fonte: Autores.

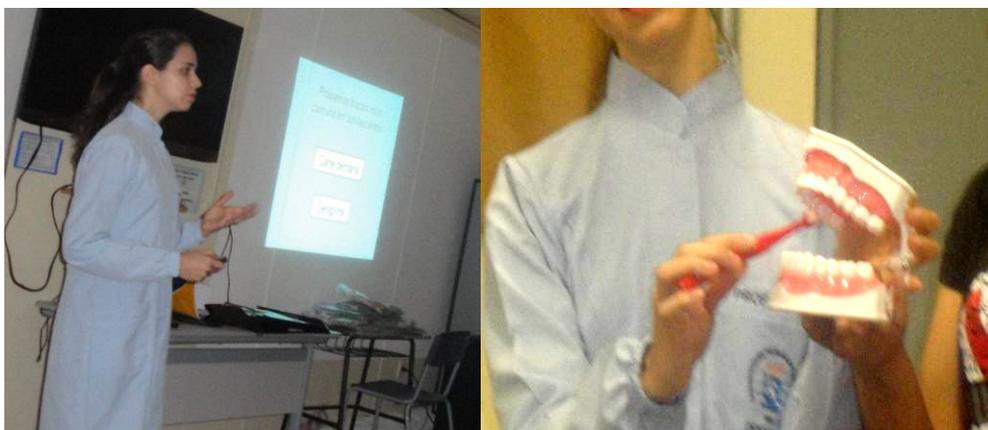
Ao final da atividade, a pesquisadora apresentou um atlas ilustrado sobre a corrosão do esmalte e da dentina, contendo várias fotografias em tamanhos grandes, de fácil visualização (CARDOSO, 2007). Neste, eram apresentados casos de erosão também por fatores intrínsecos, relacionados à bulimia, refluxo, dentre outros. Os estudantes fizeram vários questionamentos, mostrando que apenas um dos tópicos, como a erosão dental, inicialmente desconhecido para todos os estudantes, suscitou várias discussões sobre as novas informações às quais eles estavam tendo acesso.

Considerando a importância das contribuições de um profissional dentista quanto a orientações relacionadas à saúde bucal, como os detalhes no cuidado com a higiene bucal, a convite da pesquisadora, a prof^a Luana Severo Alves ministrou uma palestra para a turma, apresentada a seguir.

3.3.2.6 *Palestra com profissional da área: problemas comuns de saúde bucal e orientações*

Parte integrante do 2º MP, a palestra correspondeu à intervenção de número 10. A professora dentista convidada, do curso de Odontologia da UFSM, Luana Severo Alves levou uma série de conhecimentos relevantes para a turma, como: conceitos introdutórios sobre a cárie (placa bacteriana, frequência no consumo de açúcares e deficiência de flúor), gengivite, higiene bucal e detalhes direcionados a quem usa aparelho ortodôntico (o que era o caso de vários estudantes); orientações detalhadas sobre uso do fio dental e escovação, representadas em um macromodelo (Figura 49), entre outros.

Figura 49 – Palestra com a dentista e professora Luana



Fonte: Autores.

Houve espaço para perguntas e interação dos estudantes com a palestrante e foi feita a distribuição de *kits* de higiene, concedidos pelo professor Odilon Mainardi, também do curso de Odontologia da UFSM. No 3º MP desta oficina, que será abordado mais adiante, será apresentado como os estudantes se valeram destes conhecimentos para a confecção de um material.

Após a palestra, seguimos a sequência de conteúdos e suas relações com a temática “Química na Odontologia”. Assim, como a palestra proporcionou o início do assunto “cárie” com enfoque na questão da placa bacteriana, a intervenção seguinte abordou o conteúdo de soluções, a partir de uma solução utilizada pelos dentistas para revelar a placa bacteriana na superfície dentária.

3.3.2.7 Atividade experimental “Soluções”

Após observarem um frasco de solução reveladora de placas bacterianas, os estudantes foram orientados a responder em seus diários de bordo: “o que é uma solução?” e “o que significa o dado 0,61% que consta na embalagem deste frasco?” A solução foi diluída em 5 tubos de ensaio, a partir do tubo 2. Os tubos continham o mesmo volume de solução, mas em diferentes concentrações (Figura 50).

Figura 50 – Soluções preparadas a partir da solução reveladora de placas bacterianas



Fonte: Autores.

As soluções apresentadas foram preparadas da seguinte forma:

- **Tubo 1:** a própria solução comercial 0,61%;
- **Tubo 2:** 5mL da solução comercial e 5mL de H₂O;
- **Tubo 3:** 3mL da solução comercial e 7mL de H₂O;
- **Tubo 4,** 2mL da solução e 8mL de H₂O;
- **Tubo 5,** 1mL de solução e 9mL de H₂O.

Dessa maneira, algumas das questões que nortearam essa intervenção foram: “Quantos gramas de soluto (considerando a pararosanilina) há em cada um dos tubos?”; “Qual a concentração, em g/L, das soluções de cada tubo?”; “Qual tubo contém a solução mais concentrada? E a mais diluída?”. Estes questionamentos suscitaram discussões entre o grande grupo.

Concluídas as explicações e os cálculos para determinação da concentração de cada uma das soluções preparadas a partir da solução comercial (Tabela 2), os estudantes receberam um desafio – exercício – para resolver (Apêndice H). Para sua resolução, eles deveriam auxiliar um personagem fictício, o “dentista Luís” a verificar as concentrações das soluções que ele teria preparado a partir de uma solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,2 %, a fim de fazer testes. Neste momento, algumas dúvidas relativas ao conteúdo de soluções foram manifestadas pelos estudantes, discutidas e solucionadas. Esta correspondeu à intervenção 11.

Tabela 2 – Concentração das soluções preparadas pela pesquisadora

Soluções – Atividade experimental demonstrativa	
Tubos de ensaio	Concentração em g/L
1	6,1 g/L (solução comercial)
2	3,05 g/L
3	1,83 g/L
4	1,22 g/L
5	0,61 g/L

Fonte: Autores.

Após a abordagem de conceitos relacionados às soluções a partir da solução reveladora de placa bacteriana, os conteúdos relacionados à cárie seguiram sendo abordados. No início da intervenção 12, foram abordados os ácidos provenientes do metabolismo das bactérias que colonizam a placa, como o ácido lático e o propiônico.

Em seguida, os estudantes foram conduzidos à conclusão que um dente lesionado, seja por cárie ou por erosão dental, necessita de cuidados e de tratamento. Assim, chegamos à composição química de alguns dos materiais restauradores utilizados pelos dentistas.

3.3.2.8 Atividade experimental “identificação de funções orgânicas na prática odontológica”

Na sequência da intervenção 12, a pesquisadora apresentou aos estudantes diferentes materiais utilizados em restaurações (adquiridos em lojas de materiais odontológicos), como: cimento de eugenol e óxido de zinco (ZnO); pó e líquido para preparação cimento de ionômero de vidro (CIV), ampola com pó e líquido para preparação do amálgama e uma ampola de resina composta fotopolimerizável.

Os materiais foram manipulados e misturados pela pesquisadora (exceto o amálgama e a resina, que apenas foram apresentados em suas embalagens) em vidro de relógio e suas características químicas foram explicadas, para que os estudantes fizessem anotações em uma tabela anexada em seus diários de bordo, com informações sobre a constituição química dos materiais apresentados (Apêndice E).

O macromodelo de arcada dentária inferior, cedido por um dentista (o mesmo utilizado para explicar as dentições anteriormente), foi mostrado novamente aos estudantes, desta vez com o enfoque nos materiais restauradores. Nele havia dentes restaurados pelo dentista que o forneceu, com resina e com amálgama, para que os estudantes pudessem observar algumas diferenças aparentes entre estes materiais, além de auxiliar nas explicações químicas sobre os mesmos.

Figura 51 – Macromodelo com dentes restaurados



Fonte: Autores.

Para finalizar a intervenção 12, a turma formou 5 grupos e cada um recebeu suportes com tubos de ensaio, luvas, reagentes e amostras do eugenol e do líquido utilizado para preparo do CIV. As reações de identificação de: olefina, fenol e ácido carboxílico foram apresentadas no quadro, para depois as amostras serem analisadas pelos grupos. A pesquisadora ainda utilizou

uma amostra de mentol - presente em produtos de higiene bucal – para realizar a identificação de álcool, de maneira demonstrativa. O livro que auxiliou nesta atividade experimental foi “Retroprojeter como bancada de laboratório de Química” (BRAIBANTE et al., 2010).

Assim, os reagentes utilizados nesta atividade foram: permanganato de potássio (KMnO_4), para identificação de olefina na amostra de eugenol, apresentando alteração de coloração púrpura para marrom (Figura 52); cloreto férrico (FeCl_3), para identificação de fenol também na amostra de eugenol, formando um complexo esverdeado; bicarbonato de sódio (NaHCO_3), para identificação de ácido carboxílico na amostra do líquido utilizado no CIV, com liberação de CO_2 (Figura 53); e o reagente de Jones ($\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$), para identificação de álcool no mentol, apresentando forte coloração verde.

Figura 52 – Adição de solução de KMnO_4 à amostra de eugenol



Fonte: Autores.

Figura 53 – Adição de NaHCO_3 à amostra do líquido do CIV

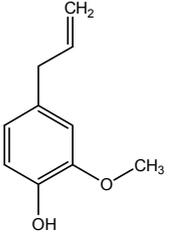
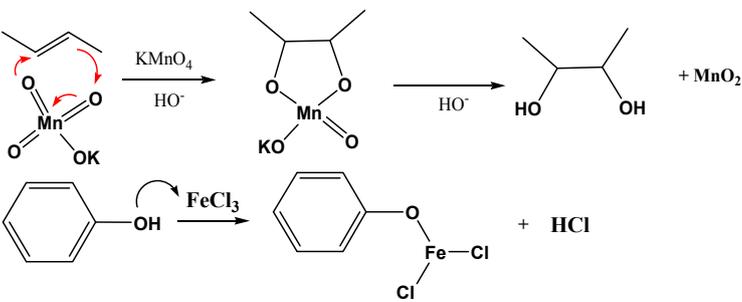
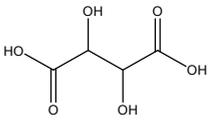
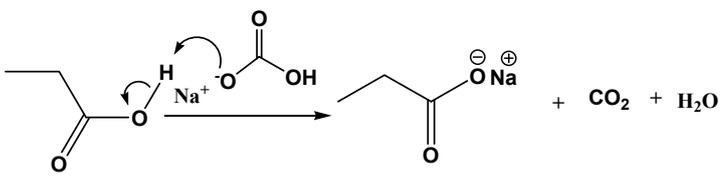


Fonte: Autores.

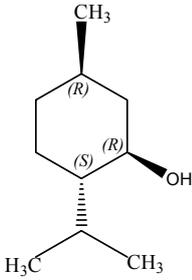
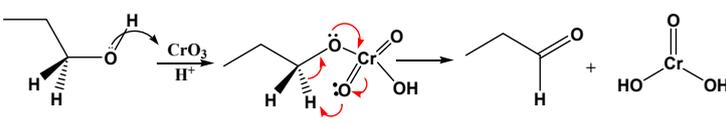
O Quadro 7 apresenta as amostras utilizadas, algumas de suas aplicações na odontologia e as reações gerais de identificação de funções orgânicas apresentadas e discutidas com os estudantes.

Quadro 7 – Atividade experimental referente a alguns materiais da prática odontológica

(continua)

Amostra e grupos funcionais	Aplicações na odontologia	Reações gerais de identificação de funções orgânicas
<p>Eugenol (C₁₀H₁₂O₂) Óleo essencial do cravo</p>  <p>- Olefina - Fenol</p>	<p>Restaurações provisórias e obturação de canais radiculares</p>	
<p>Líquido viscoso do CIV, contendo ácido tartárico</p>  <p>- Ácido carboxílico</p>	<p>Restaurações</p>	

(conclusão)

<p>Mentol (C₁₀H₂₀O) Constituinte do óleo essencial da hortelã</p>  <p>- Álcool</p>	<p>Materiais para higiene bucal, como os enxaguatórios</p>	
---	--	--

Fonte (reações): (BRAIBANTE et al., 2010).

Após a realização da atividade experimental de identificação de funções orgânicas, os estudantes fizeram anotações em seus diários de bordo sobre as reações ocorridas e resolveram exercícios de identificação de funções presentes em estruturas estudadas no decorrer da oficina, como: ácidos acético, cítrico, tartárico e láctico, fenolftaleína e de alguns anestésicos locais (Apêndice I).

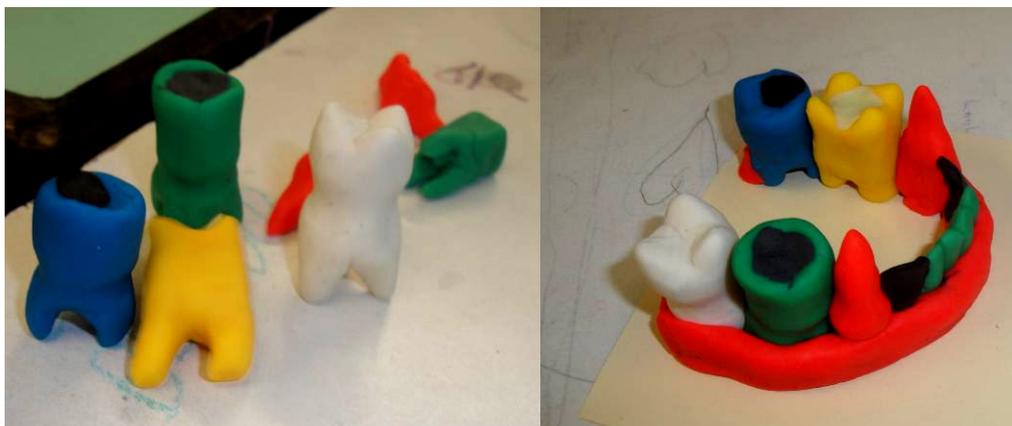
Dessa forma, foi encerrado o 2º MP desta oficina.

- 3º Momento Pedagógico – Aplicação do Conhecimento

Este momento compreendeu as intervenções de número 13 a 15. Após a abordagem sistemática dos diversos conteúdos no 2º Momento Pedagógico, os estudantes foram orientados a aplicar o conhecimento assimilado a partir de todas as intervenções anteriores.

Em grupos, os estudantes receberam diversos materiais para que, usando de sua criatividade, confeccionassem um cartaz ou outro tipo de material a ser exposto na escola. Alguns estudantes optaram por moldar dentes em massinhas de modelar, expondo neles características dos problemas de saúde bucal estudados ou, ainda, moldaram diferentes “restaurações” (Figura 54).

Figura 54 – Dentes moldados pelos estudantes



Fonte: Autores.

Os cartazes incluíram informações químicas, informações sobre higiene, formação da fluorapatita, dentre outras formas de os estudantes expressarem o que compreenderam (Figura 55).

Figura 55 – Cartazes confeccionados pelos estudantes



Fonte: Autores.

Após a confecção dos cartazes e modelos, os estudantes receberam o caso intitulado “A consulta de Mateus” (Quadro 8), e tiveram o tempo de uma semana para pesquisarem e buscarem soluções para o problema a ser resolvido. Para auxiliá-los na busca por soluções, os

estudantes receberam artigos impressos, reportagens e orientações para acesso a periódicos *online*, bem como neste período ficaram com seus diários de bordo, caso precisassem de alguma informação registradas por eles para a resolução do caso.

Quadro 8 – Caso apresentado aos estudantes

(continua)

A consulta de Mateus ao dentista

Mateus é um jovem curioso que mora em Santa Maria, RS. Na semana passada, sentia dor ao mastigar algo sobre um dos dentes (**Dente 1**) e sensibilidade em outro dente (**Dente 2**) ao ingerir bebidas quentes e frias. Decidiu imediatamente ir ao dentista.

Ao chegar no consultório do dentista Luís, Mateus reparou no aroma intenso de cravo e se perguntou “o que será?”. Depois, explicou sobre os dentes que estavam lhe incomodando. Após o dentista analisar seu caso...

Dentista Luís: - Mateus, veja como estão seus dentes que causam dor e sensibilidade:



Dente 1

Dente 2

Mateus percebeu o descuido com sua saúde bucal. Lembrou-se do consumo frequente de açúcar, da escovação **uma** vez ao dia e ingestão excessiva de sucos de frutas cítricas, refrigerantes e chá preto com limão.

Nesse momento, Mateus ficou pensativo: “qual é o problema em cada um desses dentes? Quais cuidados com a higiene bucal eu deveria ter rigorosamente cumprido?”

Assim, o dentista Luís explicou que precisaria aplicar um anestésico local e fazer restaurações. Ele perguntou:

Dentista Luís: - Mateus, qual dos materiais restauradores você prefere que eu utilize?



Material 1

Material 2

Mateus optou pelo **material 2**, mas ficou curioso para saber a composição química de cada um dos materiais. Percebeu que o dentista Luís utilizou um aparelho com uma “**luzinha**” apontada para os dentes ao final da restauração, sem entender por que isso era preciso.

Ainda, antes de finalizar a consulta, o dentista Luís utilizou um líquido, deixando o sorriso de Mateus assim:



(conclusão)

A última etapa foi a de limpeza dos dentes e aplicação de um gel contendo flúor.

Mateus gosta de Química e ficou de boca aberta (literalmente) ao pensar nas relações que ela tem com tudo o que aconteceu na consulta. Ele está confuso com algumas coisas que ouviu do dentista, como: **bebidas ácidas, creme dental fluoretado, solução reveladora de placas, desgaste, desmineralização do esmalte...**

Vocês precisam ajudar Mateus a tirar suas dúvidas e entender cada etapa dos procedimentos efetuados pelo dentista Luís. Para isso, elaborem uma carta direcionada a Mateus, incluindo seus conhecimentos químicos para responder aos questionamentos dele!

Fonte: Autores.

Os estudantes também receberam algumas questões para nortear suas atitudes na resolução do caso (Quadro 9).

Quadro 9 – Questões para auxiliar na resolução do caso

Questões para auxiliar na resolução do problema do Estudo de Caso
1) Qual o problema que preciso resolver? 2) Quais itens precisarei pesquisar para responder às questões? 3) Como vou organizar minhas respostas? Em um texto? Esquema? 4) Ao finalizar, será que resolvi o problema proposto?

Fonte: Autores.

Após a semana destinada à resolução do caso, os estudantes expuseram suas conclusões para que discutíssemos no grande grupo as soluções propostas por eles. A seguir, todos responderam a um questionário final (Apêndice C), semelhante ao inicial, para fins de análise pela pesquisadora das concepções e respostas dos estudantes pré e pós-intervenções.

3.3.3 3ª Etapa: oficina temática “A Química da Revelação”

Em um primeiro momento, os estudantes responderam a um questionário (Apêndice J). Esta oficina correspondeu às intervenções 16 e 17. A seguir, serão descritos os Três Momentos Pedagógicos, conforme ocorreram.

- **1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial**

Neste momento, utilizando projetor multimídia, algumas imagens foram apresentadas aos estudantes, para levantar alguns questionamentos (Figura 56). Também foi apresentada à

turma uma “caixa caseira de processamento radiográfico” confeccionada pela pesquisadora (Figura 57), assim como soluções reveladora e fixadora, um filme radiográfico odontológico sem uso e outro revelado, para que os alunos pudessem manipulá-los.

Figura 56 – Imagens utilizadas no 1º MP



Fonte: Autores.

Figura 57 – Caixa “caseira” de processamento radiográfico



Fonte: Autores.

A fim de iniciar a Problematização, foram feitos os seguintes questionamentos:

- “O que essas figuras fazem vocês lembrarem? Já viram algum desses itens?”;
- “Observem esta embalagem de filme que tenho em mãos. O que tem dentro dela? O que é preciso para o filme que está aqui dentro tenha uma imagem impressa como essa vocês estão observando?”;
- “O que são estes líquidos (revelador e fixador), ou seja, para que servem, o que vocês acham que eles contêm?”;
- “Vocês já perceberam no consultório uma caixa parecida com esta? Qual a função dela? O que acontece dentro da caixa, para que o dentista possa ver a imagem de nosso dente?”.

Estas questões tiveram o intuito de instigar os estudantes a exporem suas concepções sobre a ação dos raios X, a constituição química do filme e o processamento radiográfico em si, construindo um diálogo com a pesquisadora. Vários questionamentos permaneceram sem resposta ou controversos, para que os estudantes percebessem a falta de alguns conhecimentos químicos naquele momento para respondê-los.

Este momento foi importante para incentivar os estudantes a participarem nas aulas e atividades seguintes para conseguirem subsídios para responder aos questionamentos. Em seguida, iniciamos o 2º Momento Pedagógico.

- **2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento**

O 2º MP iniciou também com a utilização de projetor multimídia, em uma aula abordando os seguintes assuntos e conteúdos: a descoberta dos raios X, a história da primeira radiografia dentária, a natureza e algumas propriedades dos raios X, o funcionamento de uma máquina emissora de raios X e as etapas que ocorrem desde a sensibilização dos raios X à imagem visível no filme.

Este último assunto envolveu a constituição química do filme, o processamento radiográfico manual e as reações envolvidas, com enfoque na etapa de revelação do filme (reação de oxirredução). A composição química das soluções reveladora e fixadora também foi abordada, possibilitando revisitar conceitos de ácidos, bases e funções orgânicas (Apêndice K).

• **3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento**

Os estudantes foram orientados a realizar uma atividade experimental de verificação, denominada “Revelando a Química”, no ambiente da sala de aula, organizados em 5 grupos, a fim de “simular” a revelação feita pelo dentista em consultório, de verificar a ocorrência das reações estudadas no 2º MP e de compreender, na prática, a função das soluções reveladora e fixadora na imagem do filme.

Os dentes que foram submetidos à tomada radiográfica, assim como os demais utilizados na aplicação da pesquisa, foram concedidos pelo BDPH e foram radiografados pelo técnico responsável, no setor de radiologia do curso de Odontologia da UFSM. Assim, antes da atividade experimental de revelação dos filmes, os mesmos já haviam sido submetidos à radiação e, assim, possuíam a imagem “latente”, pronta para ser revelada.

Ao efetuarem o procedimento e observarem os fenômenos ocorridos, os estudantes puderam discutir o que acontecia em cada uma das etapas dentro da caixa, em cada um dos recipientes, aplicando os conhecimentos desenvolvidos no decorrer da oficina. O Quadro 10 apresenta os materiais utilizados e os procedimentos realizados pelos estudantes.

Quadro 10 – Procedimentos da atividade “Revelando a Química”

Material utilizado	Proced. 1	Proced. 2	Proced. 3	Proced. 4
- Filme radiográfico sensibilizado pelos raios X - Caixa “caseira” de revelação confeccionada pela pesquisadora - Colgadura (para segurar o filme) - Luvas cirúrgicas - Água e soluções reveladora e fixadora	- Com as mãos envoltas por luvas e já dentro da caixa, abrir a embalagem do filme radiografado até chegar ao filme	- Inserir o filme, segurado pela colgadura, no recipiente contendo a solução reveladora	- Proceder à lavagem intermediária (entre a revelação e a fixação)	- Inserir o filme no recipiente contendo a solução fixadora

Fonte: Autores.

Para que o experimento fosse realizado organizadamente, um estudante de cada grupo simulava o mesmo procedimento que é feito pelo dentista neste tipo de processamento

radiográfico, enquanto os demais auxiliavam com os materiais, e juntos todos faziam comentários e anotações relevantes sobre suas observações (Figura 58). A pesquisadora foi quem distribuiu nos recipientes as soluções reveladora e fixadora, para melhor controlar a geração de resíduos e considerando a toxicidade das soluções.

Figura 58 – Estudantes realizando o experimento “Revelando a Química”



Fonte: Autores.

Ressaltamos que, assim como nas demais atividades experimentais, prezamos por minimizar os resíduos, e no caso destes, foram encaminhados para o descarte correto junto ao laboratório de Química Analítica da UFSM.

Após a atividade experimental, ainda na Aplicação do Conhecimento, os estudantes responderam a uma atividade (Quadro 11), e a um questionário final (Apêndice L), encerrando a intervenção 17 e esta oficina temática.

Quadro 11 – Atividade final entregue aos estudantes

ATIVIDADE FINAL - Oficina “A Química da Revelação”

Você lembra do paciente Mateus? Ele precisou voltar nesta semana ao consultório do dentista Luís. Ficou curioso, pois precisou passar pelo procedimento de raios X. Ele quer saber **como** o filme radiográfico sai da “caixa de revelação” com a imagem do seu dente?

Escreva um pequeno texto, ou construa um esquema, utilizando desenhos se preferir, para responder ao paciente sobre sua curiosidade.

Fonte: Autores.

Ao término da oficina, que também encerrava as intervenções na escola, houve espaço para uma conversa informal da pesquisadora com os estudantes. A pesquisadora pôde agradecer a todos pela participação na pesquisa e pela receptividade, respeito e participação, bem como à direção da escola pela acolhida, concluindo a aplicação da pesquisa.

3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme Moraes e Galiazzi (2006), a fase da análise de dados e informações é um momento de grande importância para o pesquisador, especialmente numa pesquisa de natureza qualitativa, a qual é predominante neste trabalho.

Nesse sentido, os dados obtidos a partir dos instrumentos utilizados nessa pesquisa serão analisados segundo a Análise Textual Discursiva (ATD), um processo de análise textual qualitativa. Em um ciclo de análise de três elementos – **unitarização, categorização e comunicação** – a análise se apresenta como um movimento que possibilita a emergência de novas compreensões com base na auto-organização (MORAES, 2003).

O autor explica que esta abordagem de análise é um processo auto-organizado de construção e que novos entendimentos surgem de uma sequência de três componentes:

1. Desconstrução dos textos do *corpus* e **unitarização**;
2. Estabelecimento de relações entre os elementos unitários (**categorização**);
3. O captar do novo emergente, em que a nova compreensão é comunicada e validada (**comunicação**).

Os dados constituem o *corpus* textual da análise, e o pesquisador é autor das interpretações que constrói dos textos que analisa. Moraes (2003) afirma que este processo, como um todo, é análogo a uma “tempestade de luz”. O processo analítico consiste em criar as condições de formação dessa tempestade; formam-se *flashes* que iluminam os fenômenos investigados e, por fim, através da comunicação, novas compreensões alcançadas são expressadas.

Quanto às categorias de análise, podemos ter as elaboradas *a priori* e as categorias *emergentes*. As primeiras, correspondem a construções que o pesquisador elabora antes de realizar a análise propriamente dita dos dados, como “caixas” onde esses dados serão colocados. Elas provêm das teorias nas quais se fundamenta o trabalho e são obtidas por métodos dedutivos. Já as categorias emergentes, são construções teóricas que o pesquisador

elabora a partir das informações do *corpus*. Sua produção é associada aos métodos indutivos e intuitivos (MORAES, 2003).

O Quadro 12 apresenta detalhadamente os três componentes desta abordagem de análise.

Quadro 12 – Processo de Análise Textual Discursiva

Desconstrução e unitarização	Categorização	Comunicação
<ul style="list-style-type: none"> - Desmontagem dos textos, destacando seus elementos constituintes; - Surgem as unidades de análise, a partir de categorias definidas <i>a priori</i> ou <i>emergentes (construídas a partir da análise)</i>; - A unitarização produz desordem a partir de textos ordenados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento de relações, comparando as unidades definidas no processo inicial da análise, agrupando elementos semelhantes; - Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias; - Nomeia e define as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas. 	<ul style="list-style-type: none"> - As novas compreensões que emergem, necessitam ser comunicadas e validadas cada vez com maior clareza em forma de produções escritas.

Fonte: Autores.

No caso desta pesquisa, as categorias de análise emergiram após a obtenção dos dados, ou seja, não foram definidas previamente. O Capítulo 4 apresenta estas categorias, quando descrevemos a análise e as discussões dos resultados referentes à cada Etapa desta pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Serão apresentados neste capítulo os resultados obtidos na pesquisa, sob a perspectiva da metodologia de análise anteriormente apresentada: a Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003).

Para cada etapa apresentada no Capítulo 3, sejam elas: 1ª Etapa (Apresentação da proposta); 2ª Etapa (oficina temática “A Química na Odontologia: da constituição dos dentes à saúde bucal”) e 3ª Etapa (oficina temática “A Química da Revelação”), serão analisados os dados, de acordo com as categorias que emergiram durante a análise.

Os estudantes serão identificados pela letra “E” seguida de um número, atribuído a cada um de forma aleatória. Assim, a identidade dos sujeitos envolvidos na pesquisa é preservada nas discussões.

4.1 1ª ETAPA: APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Com a finalidade de conhecer o perfil dos sujeitos participantes desta pesquisa, elaboramos e aplicamos um questionário com questões abertas e fechadas. Do total de 24 estudantes, 23 responderam a este questionário. As seguintes categorias emergiram da análise das respostas dos estudantes nesta Etapa:

- Gosto pelas disciplinas e relação com a sua rotina;
- Atividades experimentais e sua importância;
- Contato com a Odontologia;
- Relação entre a Química e a Odontologia.

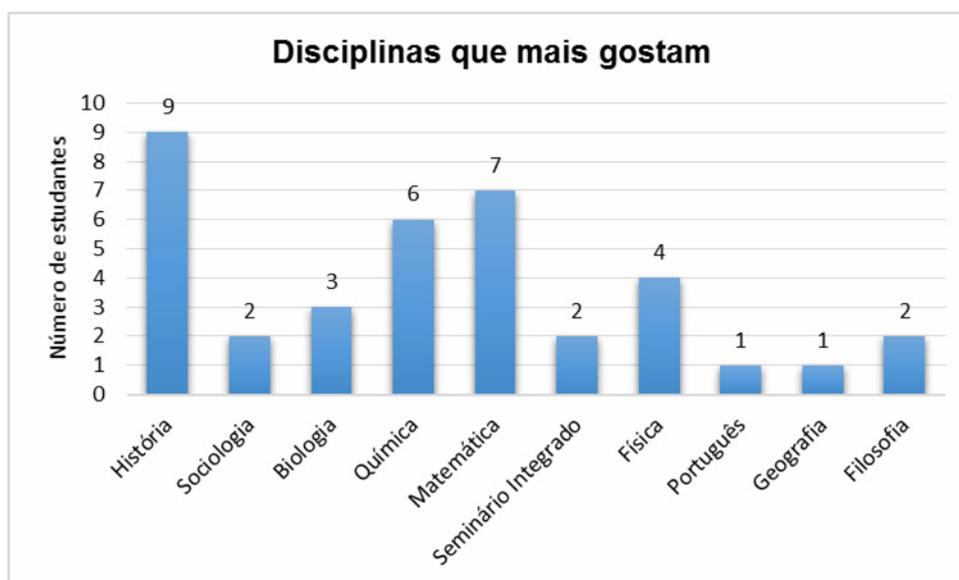
Nos itens a seguir, cada categoria será discutida.

4.1.1 Gosto pelas disciplinas e relação com a sua rotina

Os estudantes foram questionados sobre seu gosto pelas disciplinas estudadas na escola, ou seja, sobre suas preferências. Suas respostas poderiam incluir mais de uma disciplina, e a

relação entre as disciplinas e o número de estudantes que as citaram é apresentada na Figura 59.

Figura 59 – Disciplinas citadas pelos estudantes como as que mais gostam



Fonte: Autores.

Pela análise do gráfico, a disciplina de História, 9 vezes mencionada, foi a mais citada dentre as disciplinas que os estudantes mais gostam. A Matemática aparece em segundo lugar, seguida pela Química, citada por 6 dos 23 estudantes.

Contudo, ainda que tenham mostrado sua preferência pelas disciplinas, 4 estudantes afirmaram não ver relação entre a(s) disciplina(s) de sua preferência com a sua rotina. Isso pode evidenciar o “gosto” pela disciplina apenas no sentido de seus conteúdos específicos, da “facilidade” que o estudante percebe em sua aprendizagem, ou mesmo com a empatia pelo professor regente. Outros 2 estudantes afirmaram ver relações com a sua rotina, mas não citaram situações para exemplificar.

Das respostas que apresentam exemplos de relações entre as disciplinas de sua preferência com situações de sua rotina, destacamos :

E5: “Diversas situações em que eu precise fazer cálculos (Matemática) e a Química está presente em produtos como: cosméticos, de limpeza, entre outros”.

E6: “Nos locais que frequento, seja festas, em casa de amigos, etc., tem algo relacionado aos temas dos meus projetos anteriores (Seminário Integrado)”.

E14: “Física nos objetos e no esporte. Português para conversar, ler, e até para responder este questionário. História e Sociologia no dia a dia com as pessoas, na política, na evolução e no convívio com amigos, familiares e estranhos”.

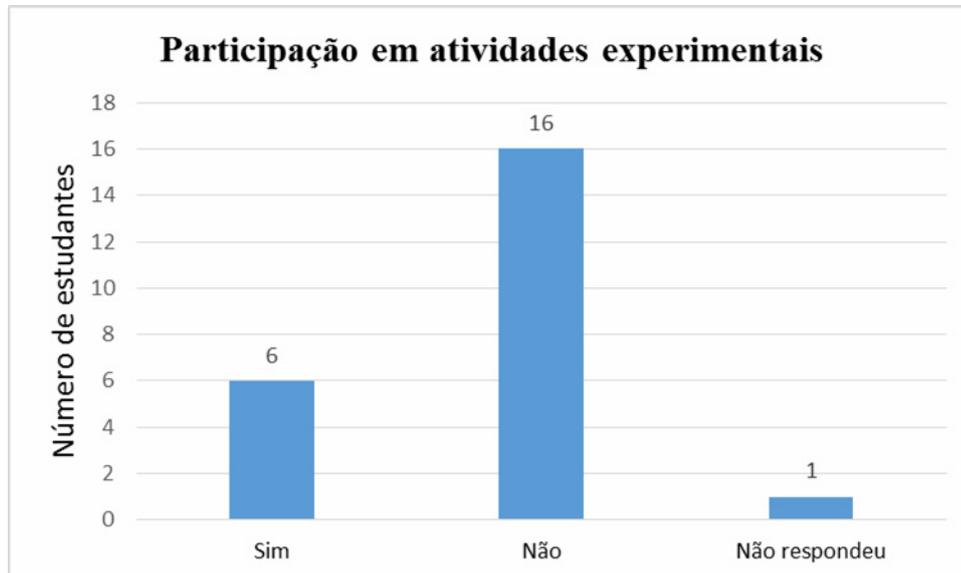
E15: “A Biologia na saúde, alimentação, relação com a natureza a animais”.

E24: “Quando vou numa Cyber para acessar um computador com internet para fazer trabalhos escolares”.

4.1.2 Atividades experimentais e sua importância

Ao considerarmos a importância das atividades experimentais no ensino de Química, questionamos os estudantes sobre sua participação em atividades deste tipo e, em caso afirmativo, qual a importância que estas tiveram para eles. Os resultados referentes à participação dos sujeitos em atividades experimentais pode ser observado na Figura 60.

Figura 60 – Participação dos estudantes em atividades experimentais



Fonte: Autores.

Apenas 6 dos 23 estudantes já haviam participado de atividades experimentais. Considerando que estávamos no início do ano letivo, a última série do Ensino Médio representava a única oportunidade para os estudantes participarem deste tipo de atividade antes de concluírem a educação básica.

Dentre os 6 estudantes que afirmaram já ter participado de atividades experimentais, 4 não comentaram sobre a importância que atribuíram a estas atividades e 2 relataram o seguinte:

E4: “Fizemos um trabalho em aula com experimentos homogêneos e heterogêneos (sic). Na minha opinião foi importante, porque eu acho que é uma maneira melhor de aprendizado”.

E22: “De certa forma foram importantes, pois me trouxeram crescimento e experiência”.

Com relação aos 16 estudantes que afirmaram não ter participado deste tipo de atividade, destacamos as respostas:

E20: “Como não temos laboratório, fica inviável fazermos experimentos”.

E21: “Apenas vi a professora fazendo e foi importante, deu para saber como realmente acontece e não ficou só na teoria”.

Podemos perceber claramente que o E20 apresentou sua concepção de que as atividades experimentais só podem ocorrer no ambiente de um laboratório, por isso ele parece compreender que, como a escola não tem um, é inviável participar deste tipo de atividade.

Porém, conforme já afirmamos anteriormente, acreditamos que o professor pode planejar, executar e até mesmo envolver os estudantes ativamente na execução de atividades experimentais no próprio ambiente da sala de aula, ou outra sala que a escola disponha (como foi o caso de várias das atividades realizadas no decorrer desta pesquisa).

O E21 se refere, ao que parece, a uma atividade experimental demonstrativa, relatando que aquilo que foi explicitado pelo professor “não ficou só na teoria”. Assim, ainda que não tenha participado diretamente da atividade, executando-a, considerou sua importância ao compreender “como realmente acontece”, para além da teoria.

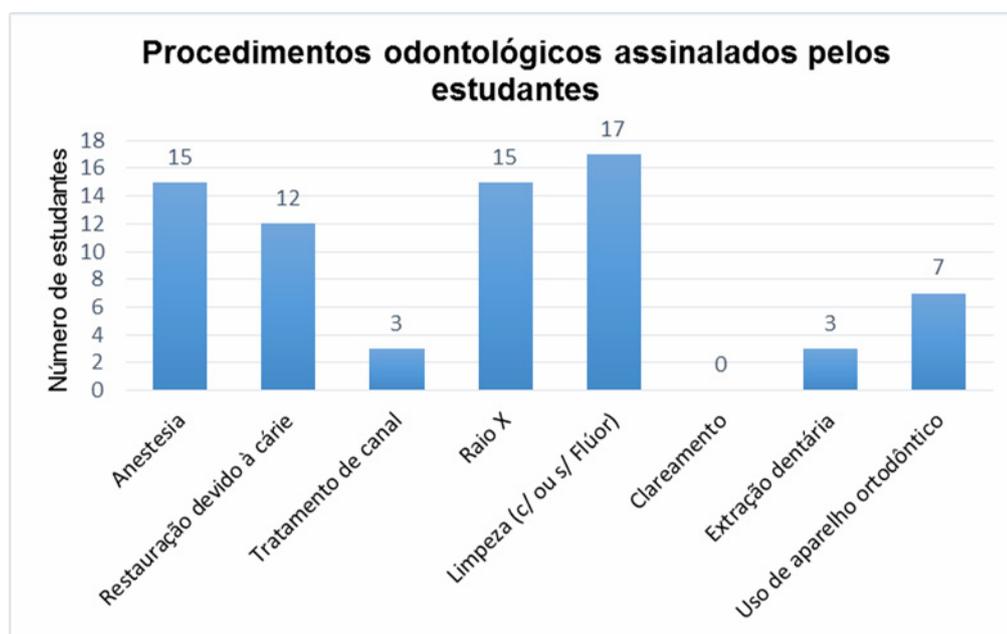
Nesse sentido, consideramos as atividades experimentais de caráter demonstrativo importantes, assim como as demais. Retomamos Oliveira (2010), que aponta como vantagens da abordagem demonstrativa o fato de demandarem pouco tempo, de poderem ser integradas à aula expositiva e de serem úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.

4.1.3 Contato com a Odontologia

Os estudantes foram questionados sobre já terem feito uma consulta ao dentista e, em caso afirmativo, sobre os procedimentos pelos quais passaram. A questão 4 do questionário inicial perguntava o seguinte: "Você já fez uma consulta ao dentista? () **Sim** () **Não**"; e a questão 5 complementava: "Se você respondeu que sim na questão anterior, assinale os procedimentos aos quais você foi submetido(a): () **Anestesia**; () **Restauração devido a uma cárie**; () **Tratamento de canal**; () **Raio X**; () **Limpeza com ou sem aplicação de Flúor**; () **Clareamento**; () **Outro (qual?)**".

Dos 23 estudantes, apenas 1 afirmou nunca ter feito uma consulta ao dentista. Sobre os procedimentos aos quais os demais foram submetidos, a Figura 61 apresenta a relação entre os procedimentos apresentados na questão 5 e o número que estudantes que assinalou cada um deles, considerando que cada estudante poderia marcar mais de um procedimento.

Figura 61 – Procedimentos odontológicos assinalados pelos estudantes



Fonte: Autores.

Pela análise do gráfico, é possível observar que o procedimento mais assinalado pelos estudantes foi o de limpeza, seguido pela anestesia e pela tomada radiográfica (Raio X). O único procedimento ao qual nenhum estudante foi submetido foi o clareamento dentário. Tanto a extração dentária quanto o uso de aparelho ortodôntico (colocação/retirada) foram

procedimentos informados pelos estudantes, ou seja, foram citados além das possibilidades fornecidas para serem assinaladas.

Sendo assim, podemos inferir que quase todos os sujeitos da pesquisa ao menos uma vez já tiveram contato com o dentista em um consultório odontológico, submetendo-se a pelo menos um destes procedimentos.

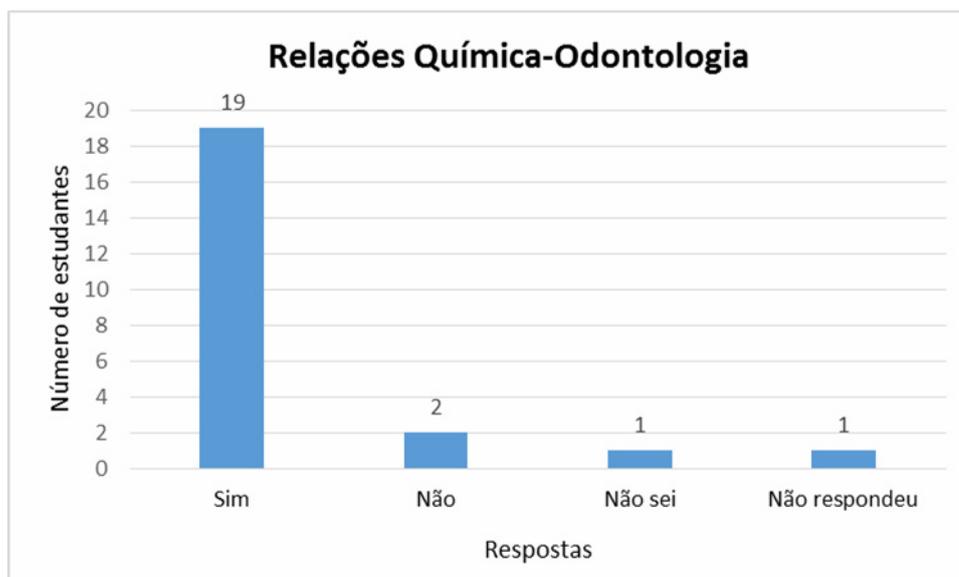
4.1.4 Relação entre a Química e a Odontologia

Considerando que a maioria dos estudantes já fizeram uma consulta ao dentista em algum momento de suas vidas, analisamos suas respostas ao questionamento sobre a possibilidade de relações entre a Química e a Odontologia.

As respostas foram variadas, desde o desconhecimento do termo Odontologia, como o E1, que afirma “Não (não vejo relação), não sei o que é odontologia” até exemplificações, como o E20, que apresenta a justificativa “Sim, pois os processos estão na maior parte: esterilização, compostos dos anestésicos, entre outros”.

Na Figura 62 apresentamos as respostas dos estudantes com relação às possíveis relações entre a Química e a Odontologia.

Figura 62 – Respostas dos estudantes sobre as relações entre a Química e a Odontologia



Fonte: Autores.

A maioria dos estudantes afirmou conseguir relacionar a Química com a Odontologia. O estudante que anteriormente afirmou nunca ter consultado ao dentista, não respondeu a esta questão.

Já o estudante E2 afirmou não ser possível relacionarmos a Química com a Odontologia, apesar de já ter feito uma consulta ao dentista e passado pelos procedimentos de: anestesia, restauração, tratamento de canal, raio X, limpeza e uso de aparelho ortodôntico.

Ainda, o E17, mesmo que tenha afirmado fazer esta relação, foi o único que não justificou sua resposta. Dos estudantes que apresentaram justificativas para poder relacionar a Química com a Odontologia, destacamos as respostas:

E3: “Sim, algum medicamento ou substância que pode ser usada em um procedimento, quando em contato com a mucosa oral pode causar algum tipo de reação”.

E4: “Creio que sim. Acho que existem muitos tipos de substâncias na química que estão envolvidas na odontologia”.

E5: “Sim. Elementos químicos estão presentes nos processos citados na questão anterior”. (Que se referia aos procedimentos aos quais os estudantes já haviam se submetido).

E6: “Acredito que sim. A Química está presente em tudo à nossa volta, por que não na odontologia?”.

E11: “Sim. Reações químicas que acontecem quando passam produtos na nossa boca. A Ciência está em toda parte”.

E12: “Acho que sim. Em remédios”.

E13: “Sim. Acredito que na parte do clareamento, pois necessita de produtos misturados para chegar ao resultado”.

E14: “Sim, pois além de produtos químicos, os dentes e a boca têm relação com a química”.

E15: “Sim, porque as substâncias usadas nos procedimentos odontológicos são elementos químicos. Exemplo: Flúor”.

E19: “Sim, porque nossos dentes são basicamente cálcio, então podemos fazer muitas reações com ele”.

E22: “Sim, nos compostos que eles usam, como o Flúor, entre outros (anestesia, as massinhas para o molde do aparelho, etc)”.

Em várias respostas constam termos como: “compostos” (E22), “substâncias” (E4 e E15), “elementos” (E5) e “produtos” (E14). No entanto, as respostas mostram que estes termos aparecem de maneira “vaga” inicialmente, pois os estudantes dizem conseguir

perceber relações entre a Química e a Odontologia, mas ao justificá-las fazem uso de termos gerais, o que sugere que os mesmos já apresentavam ao menos uma “bagagem” de conhecimento sobre o assunto, decorrente de suas experiências pessoais.

Foram mencionados também os materiais de moldagem (E22), o processo de esterilização (E20), o clareamento dentário (E13) e os medicamentos (E3 e E12). Estes tópicos, em futuras propostas, podem ser utilizados para abordar conteúdos químicos a partir de uma das metodologias de ensino utilizadas e sugeridas neste trabalho, ou mesmo utilizando outras estratégias metodológicas no ensino de Química.

Duas respostas chamaram a atenção para a Química além dos procedimentos e materiais utilizados pelos dentistas. O E14, ao afirmar “[...] além de produtos químicos, os dentes e a boca têm relação com a química” pode ter se referido à anatomia e à constituição química dos dentes e ao nosso meio bucal.

Já o E19, ao escrever que vê relação entre a Química e a Odontologia “porque nossos dentes são basicamente cálcio”, à sua maneira, expressou que há predominância de cálcio na estrutura dentária – mesmo que não se refira ao mineral hidroxiapatita, constituinte do esmalte do dente – e ao afirmar que podemos “[...] fazer muitas reações com ele”, poderia estar se referindo à ocorrência de reações em nosso próprio meio bucal ou a partir de algum procedimento.

Nos tópicos a seguir serão apresentadas as Etapas que ocorreram posteriormente à aplicação deste questionário. São elas: a 2ª Etapa, correspondente à oficina temática “A Química na Odontologia: da constituição dos dentes à saúde bucal” e a 3ª Etapa, que corresponde à oficina temática “A Química da Revelação”.

4.2 2ª ETAPA: OFICINA TEMÁTICA “A QUÍMICA NA ODONTOLOGIA: DA CONSTITUIÇÃO DOS DENTES À SAÚDE BUCAL”

Os instrumentos de dados analisados referentes à 2ª Etapa desta pesquisa foram os diários de bordo dos estudantes, a produção textual relacionada ao estudo de caso e os questionários aplicados no início e ao final da oficina.

Os diários de bordo que acompanharam os estudantes durante o desenvolvimento desta oficina são considerados uma importante fonte de dados, pois proporcionam a análise da construção do conhecimento pelos estudantes. Esta construção se refere tanto aos conhecimentos químicos, relacionados a diversos conteúdos, quanto às relações destes

conhecimentos com diferentes materiais da prática odontológica (relações Química-Odontologia) e, conseqüentemente, com a saúde bucal.

Foi realizada a análise referente aos registros feitos pelos estudantes em cada um dos seguintes tópicos dos diários de bordo:

- Representações da anatomia dental;
- Atividades experimentais (“Proteção com flúor tópico”, “Simulação da erosão dental” e “Soluções”);
- Jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental”.

Posteriormente, será apresentada a análise referente às produções textuais dos estudantes para o estudo de caso proposto, bem como de suas respostas aos questionários inicial e final da oficina que compõe esta Etapa.

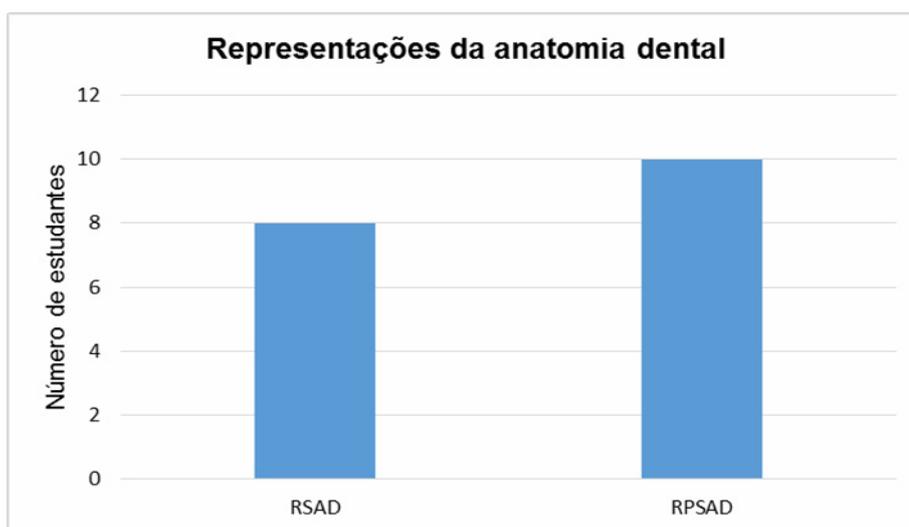
4.2.1 Representações da anatomia dental

Conforme apresentado na metodologia desta pesquisa, a partir do estudo dos aspectos gerais da anatomia dental, os estudantes representaram a estrutura de um dente e suas “partes” através de desenhos, com o objetivo de verificar sua compreensão quanto às principais partes do dente. Da análise das representações, foram elaboradas as seguintes categorias:

- Representação satisfatória da anatomia dental (RSAD);
- Representação parcialmente satisfatória da anatomia dental (RPSAD).

A Figura 63 apresenta o número de estudantes e as categorias às quais correspondem as representações feitas por eles: representação satisfatória da anatomia dental (RSAD) e representação parcialmente satisfatória da anatomia dental (RPSAD).

Figura 63 – Classificação das representações da anatomia dental feitas pelos estudantes



Fonte: Autores.

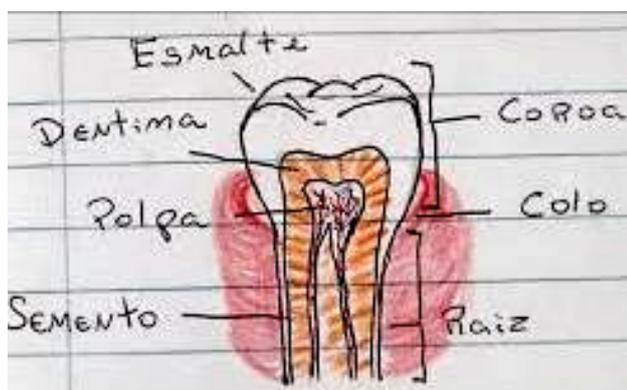
Todos os 18 estudantes que fizeram a atividade de representação expressaram em seus desenhos os aspectos básicos da anatomia dental. Entretanto, de acordo com as categorias criadas a partir da análise, podemos observar na Figura 63 que 8 estudantes representaram a anatomia de maneira satisfatória (RSAD) e 10 de maneira parcialmente satisfatória (RPSAD).

Ainda que tenham sido detectadas falhas nos desenhos da categoria RPSAD, as mesmas não impediram uma compreensão do assunto pelos estudantes, e foram corrigidas pela pesquisadora em explicações posteriores à atividade.

4.2.1.1 Representação satisfatória da anatomia dental (RSAD)

Categorizamos como RSAD os desenhos que apresentaram os seguintes constituintes do dente corretamente: coroa, colo e raiz e, mais detalhadamente, esmalte, dentina, polpa e cimento. Um exemplo é a representação feita pelo E7 (Figura 64).

Figura 64 – Representação da anatomia dental (E7)

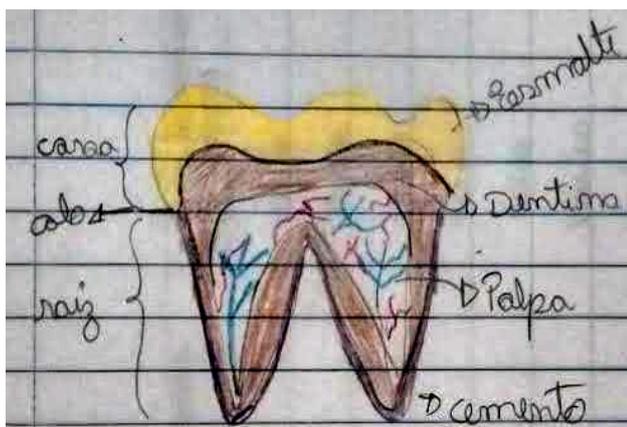


Fonte: Autores.

Apesar do erro de grafia no “cimento”, o E7 nos leva a concluir, pelos detalhes de seu desenho, que compreendeu e expressou satisfatoriamente o que foi explicado e discutido sobre a anatomia dental.

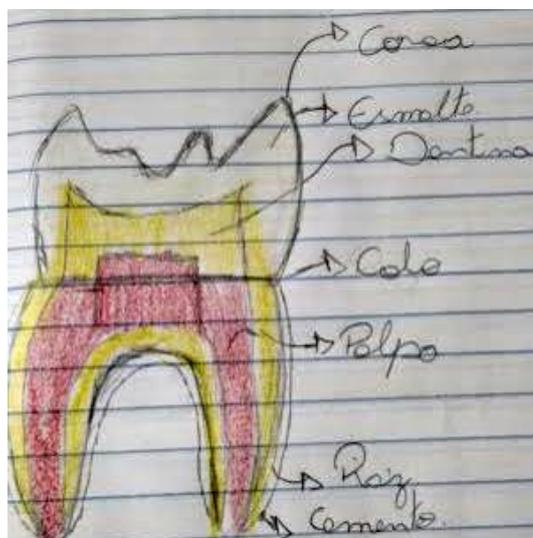
Tal compreensão também fica evidente nas representações feitas pelos estudantes E15, E20 e E21, os quais descreveram de maneira satisfatória em seu desenho os aspectos anatômicos de um dente (Figura 65, Figura 66 e Figura 67).

Figura 65 – Representação da anatomia dental (E15)



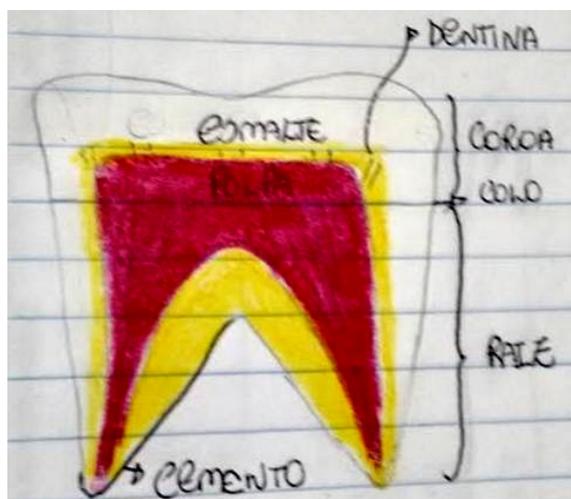
Fonte: Autores.

Figura 66 – Representação da anatomia dental (E20)



Fonte: Autores.

Figura 67 – Representação da anatomia dental (E21)



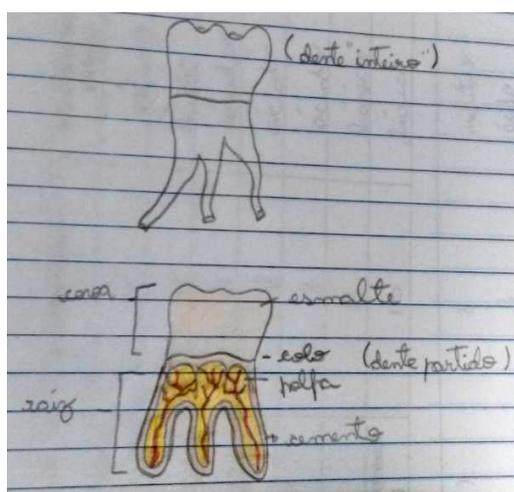
Fonte: Autores.

4.2.1.2 Representação parcialmente satisfatória da anatomia dental (RPSAD)

Consideramos como RPSAD os desenhos que se aproximaram da representação da anatomia conforme estudamos, mas que apresentaram algum equívoco na identificação das partes da estrutura dentária, ou que tenham uma ou mais partes ausentes ou não identificadas.

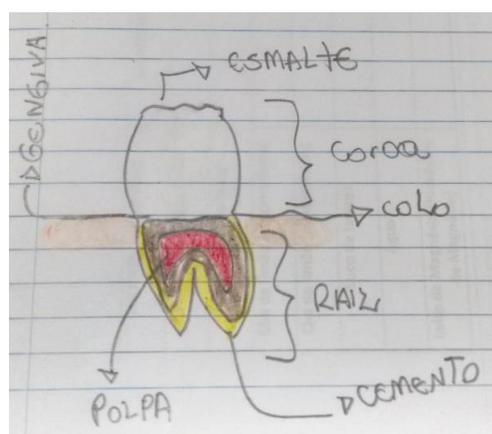
Por exemplo, no desenho feito pelo estudante E14, ele considerou que na coroa do dente só temos o esmalte, considerando a dentina e a polpa somente abaixo do colo (Figura 68). O mesmo equívoco foi verificado na representação feita pelo estudante E3 (Figura 69), assim como na do E4. Este último também não identificou a raiz, apesar de ter representado o tecido que a recobre (o cimento) e não diferenciou a dentina do esmalte (Figura 70).

Figura 68 – Representação da anatomia dental (E14)



Fonte: Autores.

Figura 69 – Representação da anatomia dental (E3)



Fonte: Autores.

Figura 70 – Representação da anatomia dental (E4)



Fonte: Autores.

Conforme apresentamos, os equívocos mais frequentes dentre os desenhos da categoria RPSAD foram a representação da polpa apenas abaixo do colo, ou a ausência de identificação de partes, como a raiz ou do cimento.

Além das representações em desenho feitas no 2º MP, os estudantes fizeram anotações em seus diários de bordo relativas a aspectos observados nas amostras de dentes que analisaram no 1º MP, e algumas delas foram:

E5: “Esmalte desgastado , manchas amareladas, aparenta cárie”.

E8: “Um tinha uma raiz, dois tinham duas raízes”.

E11: “Eu vi vários dentes, a maioria desgastado. Vi um com restauração e outro com ‘caso extremo’ de cárie”.

E18: “Reparei como a raiz é maior. Um dos dentes estava bem cariado e um deles tinha amálgama de mercúrio”.

E15: “Dente ‘canino’ com aspecto amarelado, dente com restauração [...]”.

A importância de orientar os estudantes a compreender os aspectos referentes à anatomia dental se deve principalmente à abordagem de problemas comuns de saúde bucal no decorrer desta oficina. Ao tratarmos sobre a cárie e a erosão dental, por exemplo, os estudantes necessitariam destes conhecimentos para entender como ocorre o ataque ácido à superfície dentária, e como as lesões podem se estender às partes mais internas de um dente. Além disso, para compreender a formação da fluorapatita e seu envolvimento na “proteção”

da superfície do esmalte de nossos dentes, era preciso que o estudante apresentasse a forma como havia assimilado o conhecimento referente ao esmalte dentário, por exemplo.

4.2.2 Atividades experimentais

Das atividades experimentais desenvolvidas durante a 2ª Etapa desta pesquisa, as seguintes terão seus resultados discutidos: “Proteção com flúor tópico”, “Simulação da erosão dental” e “Soluções”. Cada uma delas será apresentada nos tópicos a seguir.

4.2.2.1 Atividade experimental “Proteção com flúor tópico”

Como a maioria das amostras analisadas na atividade “pH em produtos comerciais” apresentava caráter ácido, a atividade experimental de verificação “Proteção com flúor tópico” teve por objetivo simular a proteção que ocorre em nossos dentes pelo uso de produtos fluoretados, como o gel contendo fluoreto de sódio (NaF), de uso profissional.

Durante esta atividade experimental, os estudantes observaram que, na parte da superfície da casca de um ovo coberta com o gel contendo NaF e imersa em vinagre, apesar de alguma liberação de CO₂ ocorrer, isso acontecia vários segundos depois do que na outra metade, livre de gel. Esta observação denotava uma semelhança com o que ocorre em nosso meio bucal, caso a superfície dos dentes seja mantida protegida com o uso regular de dentifrícios fluoretados, por exemplo.

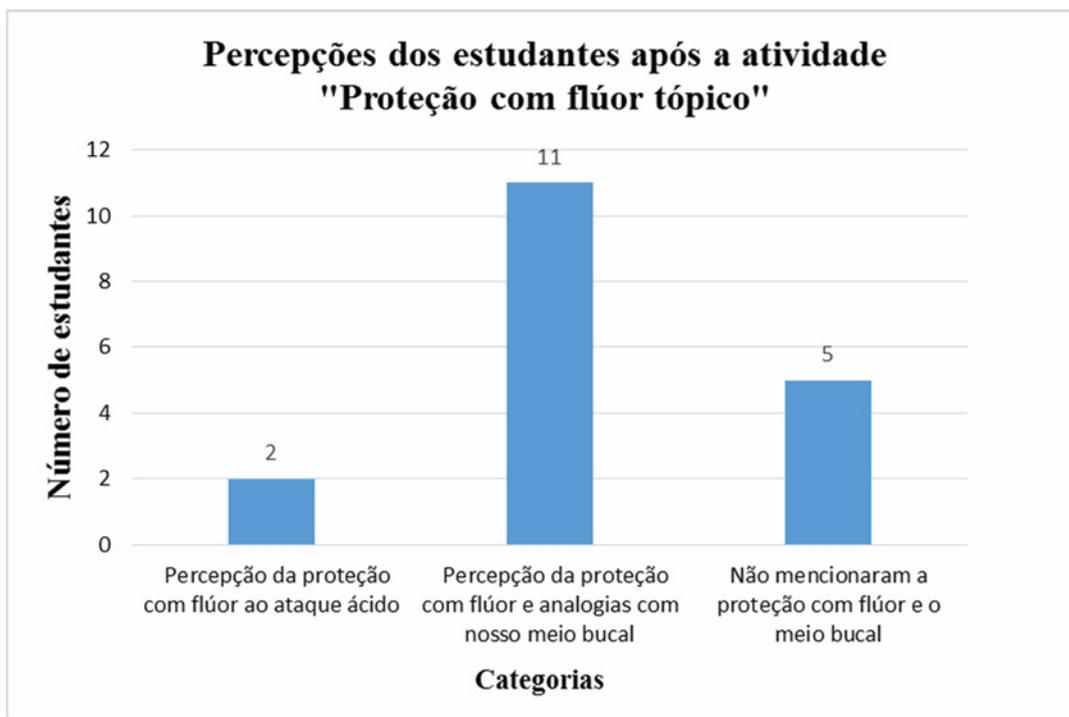
Tais comparações retomaram a questão da formação da fluorapatita na superfície de nossos dentes, sendo este um mineral menos solúvel em ácidos – portanto, tornando a superfície do dente mais resistente ao ataque destes – do que a hidroxiapatita, livre de fluoretos.

A partir do que os estudantes mencionaram em seus registros nos diários de bordo após realizarem o experimento, emergiram as seguintes categorias:

- Percepção da proteção com flúor ao ataque ácido;
- Percepção da proteção com flúor e analogias com o meio bucal;
- Não mencionam a proteção com flúor e o meio bucal.

A Figura 71 apresenta a relação entre o número de estudantes e as categorias a que pertencem suas percepções registradas nos diários de bordo, com relação à atividade “Proteção com flúor tópico”. As percepções de cada estudante verificadas pelos seus registros correspondem a apenas uma das categorias.

Figura 71 – Relação entre o número de estudantes e as categorias



Fonte: Autores.

É possível observar que, dos 18 estudantes que participaram desta atividade, 11 conseguiram expressar em suas anotações relações entre o que observaram no experimento e o emprego de produtos contendo flúor nos cuidados com nossa higiene bucal. São exemplos:

E3: “A parte do ovo coberta com flúor está protegida contra a corrosão que é causada pelo ácido contido no vinagre [...]. A experiência se faz parecida com o que ocorre com relação aos dentes”.

E13: “Um lado do ovo demorou mais para formar bolhas, enquanto o outro foi imediato. O lado contendo flúor demorou mais, concluindo que o mesmo protege mais o dente. No esmalte dos dentes: mineral hidroxiapatita, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ e fluorapatita, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ”.

Dois estudantes mencionaram haver uma proteção ao ataque ácido, ocasionada pelo emprego de flúor em uma das partes da casca do ovo. Porém, não relacionaram os fenômenos observados com nossa saúde bucal:

E11: “A parte contendo flúor: está protegida, ‘retendo’ grande parte da ação do ácido, efeito retardado. Na parte sem flúor, está a desgastar a casca, tornando-a mais frágil, efeito imediato”.

E18: “O lado sem flúor se encheu de bolhas mais rapidamente, e o lado com flúor mais lentamente. O flúor protegeu o ovo”.

Outros 5 estudantes anotaram suas observações sobre o experimento, mas não fizeram menção à proteção com flúor, nem relações entre os aspectos observados e nosso meio bucal. O estudante E5, por exemplo, escreveu que “o lado sem flúor encheu de bolhas mais rapidamente, e o lado com flúor teve esse processo mais lento”. Ao que parece, o estudante expressou apenas aquilo que viu ocorrer, mas não no contexto no qual o experimento estava inserido.

Contudo, pela maioria dos registros feitos pelos estudantes, podemos notar sua compreensão de que o experimento se tratava de uma “simulação” do efeito protetor da utilização de produtos contendo flúor em nossa higiene bucal.

4.2.2.2 Atividade experimental “Simulação da erosão dental”

Esta atividade teve como objetivo principal o de proporcionar aos estudantes a execução de um procedimento que simulasse o processo de erosão dental, por uma causa de origem extrínseca: as bebidas consideradas ácidas, consumidas em nossa dieta. Dessa forma, a turma foi orientada de que se tratava de um “teste acelerado”, ou seja, de uma simulação, como se tratasse da exposição dos dentes de um indivíduo pelo consumo deste tipo de bebida frequente ao longo da vida. Conforme já apresentado, este foi um assunto bastante abordado no decorrer da 2ª Etapa desta pesquisa.

Tal procedimento, realizado *in vitro*, apesar de não representar as condições do nosso meio bucal, como também afirmam Assis, Barin e Ellensohn (2011), possibilitou estimar o potencial erosivo de algumas bebidas pelos respectivos valores de pH que apresentaram, bem como pela verificação das massas das amostras de dentes imersas nessas bebidas ao início, durante e ao final do período determinado (1 semana).

Os grupos foram denominados de “G1” a “G7” e cada um deles recebeu uma amostra de dente pelo qual ficaria responsável, conforme descrito no item 3.3.2.5 deste trabalho. O Quadro 13 apresenta os 7 grupos nos quais a turma foi organizada e as correspondentes bebidas que cada um recebeu.

Quadro 13 – Organização da turma para a “Simulação da erosão dental”

Grupo	Componentes do grupo	Bebida
G1	E20, E9, E21	Refrigerante limão
G2	E8, E4, E13	Refrigerante cola
G3	E15, E5	Suco de uva
G4	E14, E18, E16	Suco de laranja
G5	E1, E7	Vinho branco
G6	E3, E22	Chá preto com limão
G7	E11, E10, E17	Água da torneira

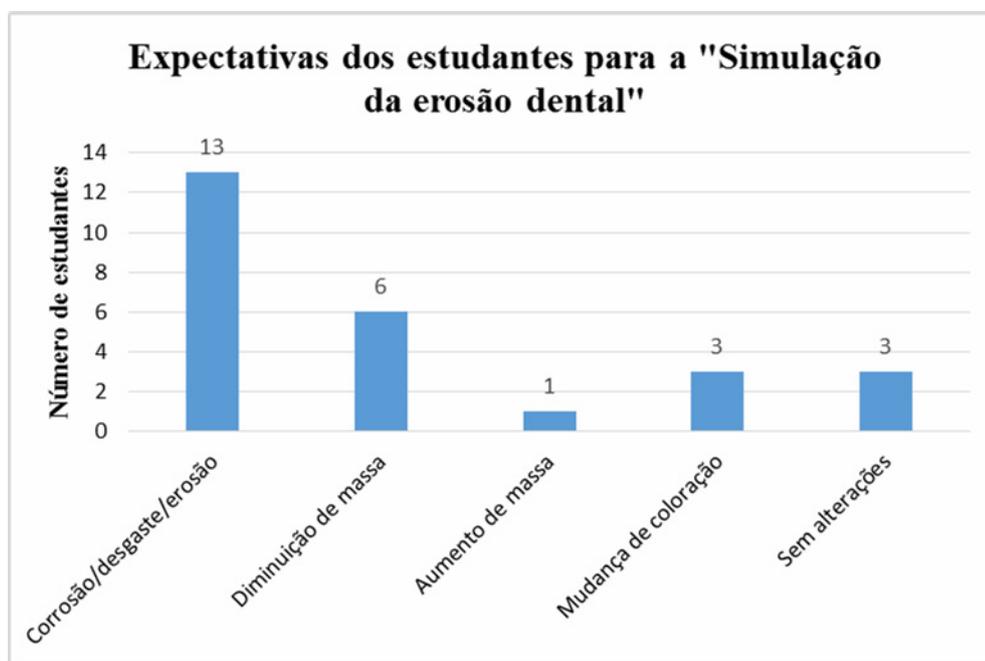
Fonte: Autores.

Antes de iniciarem a atividade, os estudantes responderam em seus diários de bordo uma questão referente às expectativas sobre o que aconteceria no decorrer da atividade: “O que penso que vai acontecer com o dente pelo qual meu grupo é responsável?”. De acordo com os termos que os estudantes mencionaram em suas respostas, as seguintes categorias foram elaboradas:

- Corrosão/desgaste/erosão;
- Diminuição de massa;
- Aumento de massa;
- Mudança de coloração;
- Sem alterações.

A Figura 72 apresenta a relação entre o número de estudantes e as categorias nas quais suas respostas se enquadraram. Neste caso, cada resposta pode apresentar termos que a fazem corresponder a mais de uma categoria.

Figura 72 – Expectativas dos estudantes para a "Simulação da erosão dental"



Fonte: Autores.

Pela análise do gráfico, dos 18 estudantes que participaram desta atividade, 13 mencionaram inicialmente termos relativos à corrosão/desgaste/erosão da superfície dentária quando questionados sobre o que aconteceria com o dente. Apenas o estudante E22 esperava que fosse ocorrer um aumento de massa, enquanto 6 estudantes esperavam que ocorresse a diminuição de massa. Os estudantes E11, E10 e E17 esperavam que o dente se mantivesse sem alterações, por estar imerso em água da torneira, com pH próximo da neutralidade.

Durante a semana em que ocorreu a atividade experimental, os estudantes preencheram uma tabela em seus diários de bordo, relativa ao valor de pH inicialmente verificado para a bebida e para o valor da massa do dente. A Tabela 3 apresenta os dados obtidos por todos os grupos.

Tabela 3 – Valores obtidos pelos grupos

Grupo	Bebida	pH aproximado	Massa inicial do dente	Massa intermediária (após 5 dias)	Massa final (após 7 dias)	Percentual de perda de massa
G1	Refrig. Limão	4	0,951g	0,943g	0,942g	0,9%
G2	Refrig. Cola	4	0,923g	0,913g	0,912g	1,1%
G3	Suco de uva	2	1,133g	1,093g	1,088g	4,5%
G4	Suco de laranja	2	1,406g	1,355g	1,345g	6,1%
G5	Vinho branco	3	0,735g	0,722g	0,720g	1,5%
G6	Chá preto c/ limão	4	1,893g	1,876g	1,876g	1,7%
G7	Água	7,0	0,676g	0,673g	0,674g	0,2%

Fonte: Autores.

No dia em que foi feita a última verificação das massas das amostras, outra tabela foi anexada aos diários de bordo dos estudantes. Nela, continha as massas verificadas para as amostras de todos os grupos (a pesquisadora construiu essa tabela a partir dos dados anotados nos diários de bordo de todos os estudantes), bem como um espaço para que os estudantes escrevessem a massa obtida para o dente do seu grupo neste dia.

Os estudantes também responderam a 3 perguntas para o encerramento da atividade, que, diferente da pergunta inicial, questionava o que ocorreu com os dentes pelos quais todos os grupos foram responsáveis por analisar. Isso porque, após toda a vez que um grupo verificava a massa do dente, observava o que havia ocorrido com os demais.

1. “O que houve com a massa dos dentes de 1 a 6?”;
2. “O que houve com a massa do dente da amostra controle?”;
3. “O que você notou na aparência dos dentes no início e ao final do experimento?”.

A Figura 73 apresenta a tabela completa de um dos estudantes.

Figura 73 – Tabela completa (E14)

Dente / Bebida	Massa inicial - 13/05	Massa em 18/05	Massa final - 20/05
D1 – Refrig. Limão	0,951 g	0,943 g	0,942 g
D2 – Refrig. Cola	0,923 g	0,913 g	0,912 g
D3 – Suco de uva	1,133 g	1,093 g	1,088 g
D4 – Suco de laranja	1,406 g	1,355 g	1,345 g
D5 – Vinho branco	0,735 g	0,722 g	0,720 g
D6 – Chá com limão	1,893 g	1,876 g	1,876 g
D7 – Água (controle)	0,676 g	0,673 g	0,674 g

1. O que houve com a massa dos dentes de 1 a 6?

A massa dos dentes diminuiu.

2. O que houve com a massa do dente da amostra controle?

Se manteve estável.

3. O que você notou na aparência dos dentes no início e ao final do experimento?

Os dentes se deterioraram, se gastaram e alguns ficaram com a raiz colorida.

Fonte: Autores.

Com relação aos valores obtidos pelos grupos, é possível notar que todos os dentes imersos nas bebidas apresentaram diminuição no valor de sua massa, ao longo de uma semana. Da verificação intermediária (intervalo de 5 dias) para a final (intervalo de 2 dias), a diferença observada é menor, acreditamos que justamente por ser um menor período entre uma verificação e outra.

O dente mergulhado na água (amostra controle) foi o que manteve maior estabilidade nos valores de massa para o intervalo de uma semana. O pH da água da torneira em questão foi próximo da neutralidade, conforme determinado com a fita universal de pH. Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 3, representam uma estimativa de valores para a perda de massa das amostras, considerando o ambiente, o sistema e a incerteza da balança analítica utilizada.

Assim, na questão 1 era desejável que os estudantes notassem diminuição da massa em todas as amostras, do dente 1 ao dente 6, bem como considerassem, para a questão 2, que o dente correspondente à amostra controle manteve sua massa praticamente estável. Por fim, para a questão 3, sobre a aparência dos dentes, os estudantes poderiam citar a absorção de corantes contidos na bebida, por exemplo, ou algum desgaste aparente, entre outras observações.

Em suas respostas às questões finais, exceto o E3, que não as respondeu, **todos** os outros estudantes verificaram a diminuição de massa das amostras referentes aos dentes de 1 a 6, na questão **1** (inicialmente, 6 estudantes haviam apontado a diminuição da massa em suas expectativas). Na maioria das respostas finais, aparecem novamente os termos corrosão/desgaste associados à perda de massa ocorrida, o que corrobora com os estudantes que inicialmente citaram esses termos em suas expectativas.

O E21, por exemplo, escreveu que “houve perda de massa, devido ao desgaste que aconteceu no dente, devido ao pH ácido em que o dente se encontrava”. Nesse caso, é possível perceber que houve a relação entre o caráter ácido da bebida, pelo valor de pH, e o consequente desgaste da superfície dentária (perda mineral).

O E22, por sua vez, que inicialmente acreditava em um aumento de massa do dente pelo qual seu grupo era responsável (imerso em chá preto com limão), alterou esta ideia em sua resposta sobre o que foi observado.

Com relação à questão **2**, todos os estudantes atentaram para o fato de que o dente da amostra controle permaneceu estável quanto à sua massa, e para os estudantes E11, E10 e E17, do grupo responsável pela amostra controle, sua expectativa inicial de que o dente imerso se mantivesse sem alterações foi confirmada. Eles atribuíram esse fato a termos como “por não ter ácidos” (E7), “sem ataque ácido” (E10) e “por ser pH neutro” (E17).

Por fim, com relação à questão **3**, sobre a “aparência” dos dentes analisados, 15 estudantes citaram a mudança de coloração, sendo que inicialmente apenas 3 estudantes haviam citado este aspecto em suas expectativas. Alguns comentaram sobre a percepção da diferença de “absorção do corante” na raiz e na coroa do dente principalmente (exceto na amostra controle). Algumas das respostas foram as seguintes:

E1: “O corante deixou o dente com outra cor, mais intensa na raiz”.

E21: “Os dentes ficaram mais desgastados, sem brilho, e alguns aderiram a cor do líquido em que estavam mergulhados”.

E17: “No início estavam brancos na raiz, e ao final ficaram com a cor de cada bebida do experimento”.

E5: “A raiz do dente absorveu bastante a coloração do suco de uva e do suco de laranja, principalmente. A coroa teve diferença na cor também”.

Assim como descrito por Storgatto e Barin (2013), também podemos relacionar os resultados obtidos nesta pesquisa para as massas dos dentes com a presença de ácidos nas

bebidas, como ácido fosfórico (H_3PO_4), ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) e ácido fumárico ($C_4H_4O_4$) e a questão da mudança de coloração na coroa e na raiz com a presença e a ausência do tecido duro esmalte, respectivamente.

Apesar de poder ser considerada uma atividade de verificação e, conforme Oliveira (2010), este tipo de atividade apresentar a desvantagem de não despertar a curiosidade dos estudantes, por se tratar de resultados relativamente “previsíveis”, esta foi uma atividade que particularmente teve grande envolvimento por parte dos estudantes e fomentou discussões muito interessantes a respeito dos fenômenos observados. Mesmo porque, para alguns dos sujeitos, os resultados observados e discutidos não coincidiram exatamente com suas expectativas, que puderam ser reavaliadas diante dos dados obtidos.

Dessa maneira, acreditamos que a atividade experimental “Simulação da erosão dental” possa continuar sendo utilizada em diferentes níveis de ensino, assim como já ocorreu em outros trabalhos, considerando diferentes enfoques de conteúdo. No caso desta pesquisa, a atividade contribuiu para a construção das relações entre a Química, a Odontologia e, conseqüentemente, a Saúde bucal por parte dos estudantes, e para a reflexão sobre suas atitudes com relação à própria alimentação e hábitos de higiene.

4.2.2.3 Atividade experimental “Soluções”

A atividade experimental “Soluções”, detalhada no item 3.3.2.7 desta dissertação, teve como objetivo a revisão de conceitos fundamentais envolvidos neste conteúdo, o qual, segundo o programa curricular, corresponde à 2ª série do Ensino Médio.

Contudo, as respostas dos estudantes em seus diários de bordo para as seguintes questões: “**o que é uma solução?**” e “**o que significa o dado 0,61% que consta na embalagem deste frasco?**”, mostraram que a atividade não trataria apenas de revisar conceitos, devido à detecção de lacunas e confusões na compreensão, por parte dos estudantes, de conceitos fundamentais que circundam o abrangente tópico “soluções”, mesmo que já o tenham estudado na série anterior.

Dos 15 estudantes que responderam às questões, para a primeira delas, “**o que é uma solução?**”, 2 estudantes se referiram à própria solução reveladora de placas bacterianas que foi apresentada a eles, mas sem conceitos químicos. Por exemplo:

E3: “Solução é um produto que se utiliza para detectar alguma alteração”.

E4: “É algo para identificar a placa”.

Das outras 13 respostas, 9 continham o termo “mistura”, de maneira compreensível, para conceituar uma solução, como as seguintes:

E5: “Uma solução é uma **mistura** homogênea”.

E14: “Solução é um produto usado para revelar a placa (**mistura**). Soluto + solvente = solução”.

E18: “Solução é a **mistura** de algo (soluto e solvente)”.

E20: “Solução é uma **mistura** homogênea de produtos (sic) formando uma só fase”.

E21: “No caso do que estamos aprendendo, é um líquido que mostra as placas bacterianas dos dentes (uma **mistura** homogênea)”.

Porém, apenas os estudantes E14 e E18 citaram os termos “soluto” e “solvente”, o que reflete uma falha conceitual, visto que as soluções são necessariamente constituídas por soluto e solvente, um conhecimento não explicitado pela maioria dos estudantes.

Outras respostas não permitiram uma completa compreensão da concepção dos estudantes sobre o que é uma solução, por apresentarem termos desconexos ou confusos. Por exemplo:

E7: “Solução é um produto químico que possui diversos componentes”.

E15: “Solução é uma **mistura** de substância homogênea (sic). Apresenta uma fase só”.

E22: “Solução é uma **fórmula** usada para encontrar possíveis alterações”.

O E7 pode ter se referido ao fato de que diferentes componentes fazem parte de uma solução, mas isso aparece de forma confusa na afirmação. Já o E15 utiliza o termo “mistura”, mas equivocadamente, porque usou a expressão “substância homogênea” e não apenas “mistura homogênea”. Já o E22, afirma equivocadamente que “solução é uma fórmula”.

Com relação à questão: “o que significa o dado 0,61% que consta na embalagem deste frasco (da solução de reveladora de placas bacterianas)?”, 3 estudantes não responderam, e dos demais, 7 utilizaram o termo “concentração” ou “quantidade” em suas respostas. Porém, por vezes os termos também se apresentavam confusos. Algumas das respostas foram as seguintes:

E3: “Significa a **concentração** da solução”.

E5: “É a **quantidade** de elemento na substância”.

E7: “É a **concentração** de um elemento no produto químico”.

E20: “É a **concentração** do elemento na solução”.

E22: “É a **concentração**. Se refere às relações entre as quantidades de uma substância”.

Podemos observar que apenas na resposta do E3 a concentração se refere diretamente à solução, mas sem explicações quanto à relação soluto/solvente. É importante ressaltar que, ao serem questionados sobre o dado “0,61%”, além de suas anotações, em suas falas nenhum dos estudantes mencionou que a porcentagem se referia, em uma relação massa/volume, à quantidade em gramas do soluto em 100 mL da solução.

Diante das dúvidas conceituais, considerando a solução aquosa contendo a pararosanilina como soluto, a atividade experimental demonstrativa abordou a concentração de cada solução preparada a partir da solução comercial, conforme descrito no item 3.3.2.7. A partir da pergunta “**quantos gramas de soluto há em cada um dos tubos?**” e “**qual a concentração, em gramas por litro (g/L) para a solução de cada tubo?**”, os cálculos foram resolvidos pela pesquisadora com a participação dos estudantes.

Ao serem questionados sobre a solução mais concentrada e a mais diluída, uma observação inicial feita pelos estudantes foi a diferença de coloração nos tubos de ensaio. Apesar de os volumes serem os mesmos, as colorações realmente auxiliavam na determinação da solução mais concentrada e da mais diluída. Porém, isso abriu espaço para a discussão de que, em uma solução incolor, isso não seria observado.

A partir dos cálculos e dos valores obtidos para as concentrações, os estudantes perceberam que, a partir do tubo 2, para o preparo de cada solução, a quantidade de solução comercial (0,61%) diminuía, ao passo que mais solvente (H_2O) era adicionado, mantendo o volume das soluções constante (0,01L).

Ao final das discussões referentes à solução reveladora de placas, os estudantes resolveram o exercício proposto, partindo de uma solução aquosa de fluoreto de sódio (NaF) (Apêndice H). Os resultados para as concentrações calculados em aula, pela maioria dos estudantes, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Concentrações calculadas pelos estudantes para as soluções diluídas de NaF

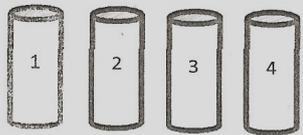
Soluções – Exercícios resolvidos pelos estudantes	
Tubos de ensaio	Concentração em g/L
1	2,0 g/L (solução comercial)
2	1 g/L
3	0,6 g/L
4	0,2 g/L

Fonte: Autores.

Sobre a solução mais concentrada, após as diluições, de 15 estudantes, 6 não responderam e 9 afirmaram corretamente a solução do tubo 2. Os cálculos para chegar a estes valores de concentração foram feitos corretamente pelos estudantes, a exemplo do E5 (Figura 74).

Figura 74 – Cálculos corretos (E5)

Ajude o nosso amigo dentista nessa tarefa!
 Pense que ele tinha a solução de NaF a 0,2 %.
 Isso significa que, em 100 mL dessa solução havia 0,2 gramas de Fluoreto de Sódio (NaF).



$$\textcircled{1} \begin{array}{l} 0,2 - 100 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \times \quad \times 10 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \hline x = \frac{0,2 \cdot 10}{100} \\ x = 0,02 \text{ g} \quad C = 2 \text{ g/L} \end{array}$$

$$\textcircled{2} \begin{array}{l} 0,2 - 100 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \times \quad \times 5 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \hline x = \frac{0,2 \cdot 5}{100} \\ x = 0,01 \text{ g} \quad C = 1 \text{ g/L} \end{array}$$

$$\textcircled{3} \begin{array}{l} 0,2 - 100 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \times \quad \times 3 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \hline x = \frac{0,2 \cdot 3}{100} \\ x = 0,006 \text{ g} \quad C = 0,6 \text{ g/L} \end{array}$$

$$\textcircled{4} \begin{array}{l} 0,2 - 100 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \times \quad \times 1 \text{ mL} \quad C = \frac{m}{V} \\ \hline x = \frac{0,2 \cdot 1}{100} \\ x = 0,002 \text{ g} \quad C = 0,2 \text{ g/L} \end{array}$$

TODOS OS TUBOS contém o mesmo volume: 10 mL de SOLUÇÃO

Tubo 1: 10 mL da solução 0,2% (amostra inicial)
 Tubo 2: 5 mL de água + 5 mL da amostra inicial
 Tubo 3: 7 mL de água + 3 mL da amostra inicial
 Tubo 4: 9 mL de água + 1 mL da amostra inicial

Lembre-se: para obtermos a Concentração comum, com o resultado em gramas/litro, sabemos que:

$$C = \frac{m_1 \text{ (massa do soluto em gramas)}}{V \text{ (volume da solução em litros)}}$$

Responda ao dentista Luís:

1) Qual dos tubos contém a solução mais concentrada depois de fazer as diluições: tubo 2, tubo 3 ou tubo 4?
Tubo dois

2) Qual a concentração em g/L (gramas por litro) das amostras contidas em cada tubo?

Tubo 1: 2 g/L Tubo 2: 1 g/L
 Tubo 3: 0,6 g/L Tubo 4: 0,2 g/L

OK

Fonte: Autores.

O estudante E14, porém, não concluiu o cálculo, encontrando apenas a quantidade em gramas do soluto presente na solução, sem considerar o volume da mesma para encontrar a concentração comum, em gramas por litro (Figura 75).

Figura 75 – Cálculos incompletos (E14)

1) Tubo 1:
 $0,2 \text{ g} \longrightarrow 100 \text{ ml (sol)}$
 $x \longrightarrow 10 \text{ ml}$
 $x = \frac{2}{100}$
 $x = 0,02 \text{ g/l}$

Tubo 2:
 $0,2 \longrightarrow 100 \text{ ml (sol)}$
 $x \longrightarrow 5 \text{ ml}$
 $x = \frac{1}{100}$
 $x = 0,01 \text{ g/l}$

Fonte: Autores.

Ao final da atividade, quando questionados sobre “**o que é um soluto?**” e “**o que é um solvente?**”, em sua maioria, os estudantes responderam de maneira que pode ser considerada correta, relacionando o soluto em menor quantidade na solução, sendo dissolvido pelo solvente: As respostas do E5 e do E21, por exemplo, foram respectivamente: “o soluto é a parte que será dissolvida, está em menor quantidade na solução. O solvente está em maior quantidade, e é quem dissolve o soluto” e “soluto é a parte que será dissolvida no solvente, que é o que dissolve. O soluto está em menor quantidade (na solução), e o solvente em maior quantidade”.

O estudante E17 foi o único que respondeu com termos que ainda demonstraram estarem confusos: “soluto é uma mistura (dissolve), e solvente também é uma mistura, usada juntamente com o soluto (dissolvido)”. Ao que parece, ele se refere ao soluto como uma mistura que dissolve o solvente, bem como ao solvente como uma mistura, a parte dissolvida. Há uma clara troca de conceitos que ainda permaneceram equivocados.

Contudo, apesar de não contemplar 100% de acerto, consideramos de extrema importância a realização dessa intervenção. Desde os questionamentos iniciais – e a detecção das concepções confusas sobre conceitos fundamentais sobre soluções – até a resolução do exercício pelos estudantes, perpassando por todas as discussões proporcionadas pela atividade experimental, consideramos ter havido a construção do conhecimento químico, que inicialmente apresentava lacunas significativas.

Dessa maneira, a partir de duas soluções de uso comum na prática odontológica e de fácil aquisição, importantes conceitos sobre soluções tiveram seu estudo aprofundado. Tais soluções não foram abordadas apenas conceitualmente, como exemplos desconexos da temática, e sim, sob o enfoque de sua função para nossa saúde bucal: a revelação de placas bacterianas na superfície de nossos dentes.

Assim, foi possível retomar a questão da presença de placa bacteriana para a ocorrência de cárie e os devidos cuidados a serem tomados com relação à higiene bucal, ao consumo excessivo de açúcar e à carência de flúor.

4.2.3 Jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental”

Uma semana após a aplicação do jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental”, o qual teve por objetivo revisar os conteúdos desenvolvidos na oficina, principalmente a respeito da erosão dental, os estudantes responderam a algumas questões, as quais foram anexadas em seus diários de bordo (Apêndice G).

Estas questões incluíam: anatomia dental, formação da fluorapatita, erosão dental e sua relação com o pH de certas bebidas, bem com a reação de equilíbrio de mineralização e desmineralização da hidroxiapatita. Uma das questões também contemplava comentários e sugestões dos estudantes sobre o jogo.

Assim, foram elaboradas as seguintes categorias, resultantes da análise das respostas dos estudantes:

- Concepções dos estudantes sobre o jogo;
- Contribuições do jogo para a revisão de conceitos químicos.

Cada categoria será discutida a seguir.

4.2.3.1 Concepções dos estudantes sobre o jogo

Conforme já apresentamos, o jogo didático “Trincas Químicas da Erosão Dental” foi aplicado a fim de revisar conceitos químicos estudados desde o início da oficina e suas relações com o processo de erosão dental.

A respeito de terem considerado válida a aplicação do jogo e de contribuírem com sugestões, os estudantes foram questionados: “Você já havia participado de algum jogo durante as aulas? Quanto a este jogo, você considera que auxiliou na revisão do conteúdo visto até agora? Se tiver alguma sugestão, será importante”. Dos 14 estudantes presentes no dia da aplicação do jogo, 8 afirmaram não ter participado de jogos em sala de aula. Algumas das respostas foram:

E1: “Não havia participado e sim, ajudou. Poderia ter jogos de pergunta com **prêmio**, doce para quem acertar”.

E7: “Sim com certeza auxilia na **revisão**, por fazer com que ‘gravamos’ as ‘palavras-chave’ e ajuda como incentivo no **lado lúdico**”.

E11: Sim (auxiliou). Foi difícil lembrar algumas partes, mas ficou bom”.

E14: “Não havia jogado. Sim, auxiliou, e além de **ensinar**, proporcionou **diversão**”.

E15: “Não tinha jogado. Foi muito importante para a revisão e melhor entendimento do conteúdo. No começo foi meio difícil **decorar** as trincas, mas com o tempo ficou muito bom. Acho que não precisa a carta de trocar o jogo com outros jogadores, ficou **confuso**”.

E20: “O jogo ajudou, mas poderia ser mais **claro**, jogos de **tabuleiro** são bons também”.

Os estudantes E7 e E14 apresentaram em suas respostas termos (grifados) que remetem às características de um jogo didático, como o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa e o enfoque em ensinar ou revisar determinado conteúdo. Assim, o objetivo de ser elaborado um jogo que contemplasse as características de um jogo didático e contribuísse para um melhor entendimento dos conceitos trabalhados foi alcançado.

Este jogo foi testado previamente entre colegas do LAEQUI e suas regras e dinâmica foram explicadas aos estudantes utilizando projetor multimídia. Porém, ainda assim, pelas falas dos estudantes E15 e E20 é necessário repensar respectivamente: nas cartas de ações

extras, para evitar que fique confuso em algum momento e sobre o sentido de “ser mais claro” ao qual o E20 se refere.

O E15 ainda afirma que no começo do jogo foi difícil “decorar” as trincas, mas este não era um objetivo do jogo e, sim, fazer relações entre os conceitos estudados e perceber as conexões das cartas de cada trinca. O E1, ao escrever “prêmio, doce para quem acertar” remete à ideia de algum incentivo/recompensa – não necessariamente esta – para quem completasse as trincas primeiro.

As sugestões dos estudantes foram importantes e poderão servir para uma próxima aplicação deste jogo e para o desenvolvimento de outros. Igualmente importantes foram os comentários dos estudantes, por exemplo, ao pedir para jogar novamente em outra aula, ou ao comentar que deste jogo surgiram ideias na construção de outro elaborado por eles mesmos para um trabalho na escola.

Assim, a utilização do jogo “Trincas Químicas da Erosão Dental” durante esta Oficina contribuiu para a revisão de conteúdos químicos estudados com relação ao processo de erosão dental, sendo este desconhecido para os estudantes no início da oficina. O jogo também proporcionou um momento de descontração da turma, que se mostrou envolvida em compreendê-lo e em relacionar as cartas corretamente.

4.2.3.2 Contribuições do jogo para a revisão de conceitos

Dentre as perguntas do questionário de revisão respondido pelos estudantes, são destacadas:

4) “O consumo frequente de algumas bebidas, como: refri de limão e cola, suco de laranja, chá preto com limão, vinhos e também algumas frutas cítricas podem causar um problema de saúde bucal, chamado: _____. Essas bebidas apresentam um pH _____ do que 7,0, por isso são consideradas () ácidas () neutras () básicas”;

5) “Qual a função da saliva com relação ao pH do nosso meio bucal?”

Para responder corretamente à questão 4, os estudantes deviam preencher a primeira lacuna com “**erosão dental**”, a segunda com “**menor**” e assinalar (x) **ácidas**. Com relação à questão 5, a resposta deveria comentar a ação tamponante da saliva, buscando estabelecer o pH do meio bucal próximo da neutralidade.

Todos os 14 estudantes que participaram do jogo responderam corretamente à questão 4 e mencionaram os termos “função tamponante”, “função tampão”, “neutralizar o pH bucal”, “manter o pH próximo de 7” em suas respostas à questão 5.

Dessa maneira, consideramos que o jogo “Trincas Químicas da Erosão Dental” contribuiu para algumas relações entre os conceitos químicos estudados e o problema de erosão dental. Dentre elas, a relação entre o pH e o caráter ácido de certas bebidas e qual a consequência disso para o nosso meio bucal.

4.2.4 Estudo de caso: “A consulta de Mateus”

Os estudantes foram orientados a formar grupos para a discussão e a proposta de uma possível solução para o caso, produzindo um texto em forma de uma “carta-resposta” direcionada ao personagem fictício do caso, o “paciente Mateus”. Porém, alguns estudantes optaram por executar a tarefa sozinhos e, ainda, um grupo de 3 estudantes não entregou sua carta-resposta. O Quadro 14 apresenta os componentes de cada grupo.

Quadro 14 – Organização dos grupos para resolver o caso

Grupo	Estudantes
1	E4, E8, E9, E13, E20, E21
2	E1, E3, E7
3	E17
4	E10
5	E23
6	E5, E11, E15, E22

Fonte: Autores.

As categorias elaboradas a partir da análise das produções textuais dos estudantes foram:

- Interpretação do caso e identificação do problema;
- Soluções apresentadas para o problema.

Cada uma das categorias será discutida a seguir.

4.2.4.1 Interpretação do caso e identificação do problema

Os estudantes apresentaram em suas cartas-resposta indícios de que conseguiram interpretar o caso e identificaram o problema a ser resolvido (sanar as dúvidas do “paciente Mateus” apresentadas no decorrer do caso). No início das cartas, alguns grupos deixaram isso claro, por exemplo:

Grupo 3: “Prezado Mateus, venho através desta carta esclarecer suas dúvidas [...]”.

Grupo 4: “Caro Mateus, estou lhe escrevendo esta carta para tentar solucionar suas dúvidas em relação aos processos [...]”.

Grupo 6: “Estamos escrevendo esta carta para esclarecer suas dúvidas sobre os procedimentos odontológicos realizados pelo dentista Luís na semana passada [...]”.

Neste problema, de responder às dúvidas de “Mateus”, várias reflexões e questionamentos deste paciente explicitados ao longo do caso também eram abrangidos pelo problema e deveriam ser considerados para respondê-lo. Dentre eles: o cheiro de cravo sentido por “Mateus”, o problema que acometia cada um dos dentes do personagem, os cuidados com a higiene que o paciente deveria ter cumprido, os diferentes materiais restauradores utilizados nos dentes das imagens, a limpeza incluindo flúor, bebidas ácidas, solução reveladora de placas, entre outros.

Para identificar estes questionamentos incorporados no problema, e reunir informações para estruturar uma possível solução, era fundamental, além da interpretação do caso pelos estudantes, a utilização dos conhecimentos químicos abordados no decorrer de toda a oficina temática.

Nesse sentido, para buscar informações, além das apresentadas e discutidas em sala de aula, os estudantes receberam seus diários de bordo para levarem consigo, artigos científicos e reportagens impressas, *links* para consulta em *sites* periódicos *online*, a fim de enriquecerem sua pesquisa e, assim, seus argumentos na elaboração das cartas.

4.2.4.2 Soluções apresentadas para o problema

Após o período de uma semana, concedido aos estudantes para a pesquisa e a elaboração das cartas-resposta, as mesmas foram entregues para a pesquisadora e houve uma discussão com a turma sobre as possíveis soluções apresentadas.

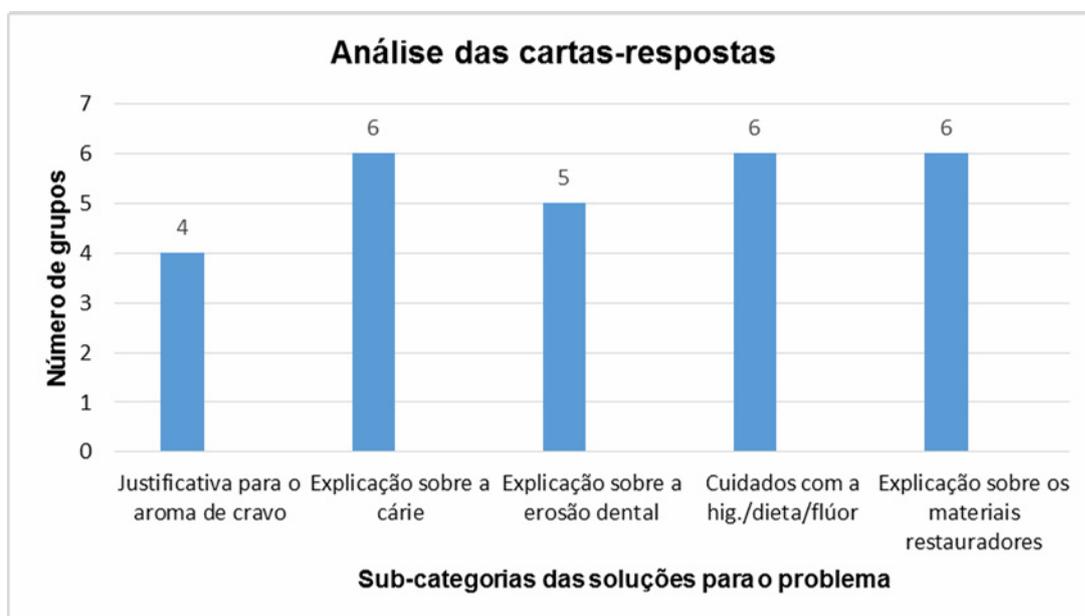
Em suas cartas, todos os grupos procuraram responder aos questionamentos e inquietações do personagem “Mateus” elaborando seus textos de maneira sequencial e apresentando, em vários momentos, relações entre o conhecimento químico e a saúde bucal em suas explicações. Consideramos, assim, que todos os grupos forneceram argumentos que solucionaram o problema do caso.

Porém, com relação às soluções apresentadas para o problema – do qual faziam parte os questionamentos do personagem no decorrer do texto –, descritas nas cartas-resposta feitas pelos estudantes as seguintes subcategorias foram elaboradas:

- Justificativa para o aroma de cravo;
- Explicação sobre a cárie;
- Explicação sobre a erosão dental;
- Cuidados com a higiene/dieta/flúor;
- Explicação sobre os materiais restauradores.

A Figura 76 apresenta a relação entre as subcategorias e o número de grupos que apresentaram respostas que correspondem a cada uma delas.

Figura 76 – Análise das cartas-resposta para o estudo de caso



Fonte: Autores.

Apenas os grupos G1 e G3 não forneceram explicações sobre o eugenol, responsável pelo aroma de cravo sentido pelo paciente fictício. Todos os grupos apresentaram alguma explicação relacionada à cárie, porém quanto à erosão dental, o grupo G1 referiu-se à sensibilidade, mas não mencionando este problema ou suas causas, e sim, relacionando – neste caso, de maneira equivocada – a imagem apresentada com a gengivite, um problema também abordado pela professora dentista que ministrou a palestra aos estudantes, mas não relacionado ao caso.

Um aspecto importante é que em todos os textos que constituíram as cartas-respostas dos grupos direcionadas ao “paciente Mateus” aparecem informações relevantes com relação aos cuidados com a saúde bucal. Ao escreverem “dicas” para o paciente fictício, os estudantes mostram indícios de que compreenderam estas informações, a partir do que inferimos que podem ter tomado para si os mesmos “conselhos”.

Todos os grupos também abordaram os materiais restauradores e suas diferenças, diante dos que foram apresentados em imagens. O Quadro 15 apresenta trechos das cartas-resposta grifados, nos quais podemos observar alguns dos argumentos apresentados no gráfico (Figura 76).

Quadro 15 – Trechos das cartas-resposta elaboradas pelos grupos

(continua)

Grupo 1: “Mateus, os problemas que você tem são a cárie no dente 1 e no dente 2 você está com problema de hipersensibilidade [...] causada pela exposição da raiz, o que pode ser devido à gengivite. A **cárie pode ser causada pelas bactérias** que transformam especialmente açúcar e amido em ácidos. As bactérias, **os ácidos**, os resíduos de comida e a saliva se juntam na boca e formam uma substância pegajosa chamada **placa**, que adere ao dente. **Para evitar a cárie, você deve escovar os dentes pelo menos três vezes ao dia, e use o fio dental** para remover a placa bacteriana entre os dentes, **utilize produtos de higiene dental que contenham flúor**, incluindo o creme dental e o enxaguante bucal [...]

Mateus, a **restauração** é uma forma de fazer com que o dente afetado pela cárie volte à sua forma e função normal [...].

A luz que você observou é o caso em que a **polimerização** é induzida pela luz”.

Grupo 2: “Olá Mateus, você tomou a decisão certa de ir a um dentista logo que começou a sentir dor e sensibilidade em seus dentes. **O cheio de cravo que você sentiu é o Eugenol**, usado em restaurações, e por ser forte ele fica impregnado no ambiente (*aqui o grupo apresentou a estrutura e a fórmula molecular do eugenol*).

Observando seus dentes, fica claro que você não teve cuidado com eles. **No primeiro dente, tem uma grande mancha preta, que é a cárie**, causada pelo acúmulo de placa e má limpeza. **No segundo dente, percebe-se que a dentina está exposta, porque houve desgaste do esmalte pela frequente ingestão de bebidas com pH ácido** (refrigerantes, sucos).

Para que estes problemas não voltem a acontecer, você deverá tomar os seguintes cuidados: escovar os dentes no mínimo 3 vezes ao dia, usar fio dental nos contornos da gengiva, se possível fazer uso de flúor (de modo rigoroso para combater a cárie); consumir com menos frequência as bebidas de pH ácido e praticar a escovação dos dentes apenas 30 minutos após ingeri-las [...].

Na restauração, **o material 1** é o amálgama de mercúrio, que é a mistura de Hg líquido com Ag, Sn, Cu e Zn em pó. A massa é formada quando levada ao amalgamador para formar a liga, depois o dentista molda no dente do paciente. **O material 2** é a resina fotopolimerizável, formada pelo monômero metilmetacrilato (*aqui o grupo apresentou a estrutura e a forma molecular do monômero*). Essa resina é aplicada no paciente e moldada. Após isso, Mateus, o dentista usa um aparelho com luz, para unir os monômeros, ficando uma resina consistente.

Mateus, o dentista usou um líquido chamado **solução reveladora de placas** em seus dentes, para verificar a quantidade e o estado das placas, assim, sabendo qual será o próximo passo. Depois, sim, ele fez uma limpeza e a **aplicação de um gel com flúor**, assim como o creme dental fluoretado que você deverá usar todos os dias. Esse flúor usado serve para formar um mineral chamado fluorapatita, que é mais resistente ao ataque ácido [...].”

Grupo 3: “Mateus, primeiramente **você deve escovar os dentes** ao menos 3 vezes ao dia [...], **usando também fio dental e pasta de dente com flúor**, também deve cuidar o consumo frequente de açúcar que pode causar cárie e corroer o esmalte, onde contém cristais de hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$), que são formados por íons.

Em um processo chamado desmineralização, uma quantidade muito pequena de hidroxiapatita pode se dissolver, aí ocorre a desmineralização [...]. Para melhor lhe explicar a **erosão dental**, [...] **diferente da cárie, ocorre sem a ação de bactérias**.

Já que você, Mateus, **preferiu a restauração com resinas compostas**, vou lhe explicar a outra restauração, que é chamada restauração de amálgama. São restaurações mais baratas, mas possuem a mesma utilidade, que é proteger o dente, deixando-o com a sua forma e função normal, deixam a desejar somente quanto à cor. Concluindo, utilizei **o líquido com coloração vermelha chamado de solução reveladora de placas, que no seu caso serviu para revelar a presença de placa**”.

(continuação)

Grupo 4: “Para começar a solucionar o problema, vou esclarecer o que há no dente 1. Possivelmente, você está com **cárie que pode ser ocasionada por três fatores: escovação precária, falta de flúor e muito açúcar e se não for tratada devidamente pode se espalhar pela coroa, afetando a dentina.** No dente 2, o que está afetando-o é a **erosão dentária, que é ocasionada pelo uso frequente de algumas bebidas, como refri de limão e cola, suco de laranja, entre outros, que deixa o dente sensível [...]**, isto porque as bebidas são ácidas, com pH menor que 7,0. **O líquido que seu dentista usou é uma solução reveladora de placa.**

O cheiro de cravo que você sentiu, era por causa de um líquido chamado eugenol, extraído do cravo, que é usado pelos dentistas para restauração. **Ele usou a luzinha por causa da resina fotopolimerizável.** A diferença entre as restaurações, Mateus, é que a primeira é constituída de **amálgama de mercúrio [...]** e o amálgama fica visível. [...] Para encerrar minha explicação, jovem Mateus, indico que você trate bem dos seus dentes, assim escovando-os pelo menos 3 vezes ao dia, **usando flúor** que ajuda na proteção, agregando o **fio dental** para desorganizar a placa, **não consumindo muito açúcar e evitando excesso de bebidas ácidas, sempre visitando o dentista [...]**”.

Grupo 5: “**Prezado Mateus, primeiramente o cheiro que você sentiu é eugenol [...]**.

Você tinha **cárie** e o outro problema que você tinha, Mateus, era **erosão dental [...]**, devido ao seguido consumo de bebidas ácidas, seus dentes devido a esse consumo se desmineralizam, “ficam sensíveis”, você tem que evitar. Para você não precisar mais fazer restauração e não sofrer com cáries, **você deve escovar mais vezes**, no mínimo 3x ao dia e com cremes dentais que tenham **flúor**.

Você quer saber o que é a ‘luzinha’, ela é do fotopolimerizador, e ‘seca’ a ‘massinha’ da restauração. Por último, *usei* a **solução reveladora de placa**, na qual me decepcionei, pois você também tem placa. **Você tem que cuidar os dentes**, pois eles são para sua vida toda, ou deveriam ser”.

Grupo 6: Mateus, ao chegar ao consultório, você deve ter reparado no aroma intenso de cravo, trata-se do eugenol, que é extraído do óleo de cravo, que juntamente com o ZnO (óxido de zinco) é usado para fazer restaurações (**aqui os estudantes apresentaram a estrutura química e a fórmula molecular do eugenol**).

Mateus, no dente que você relatou sentir dor ao mastigar algo sobre ele, tratava-se de uma cárie em estágio avançado. A **cárie** é uma doença infecto-contagiosa de caráter crônico que necessita de três fatores para a sua ocorrência: uma higienização deficiente, pouco flúor e consumo excessivo de açúcar [...]. No dente 2 tratava-se de erosão dental, causada pelo consumo excessivo de bebidas ácidas. A **erosão dental [...]** é resultado de um processo químico sem envolvimento de bactérias, e sim provocada por ácidos e causam a perda irreversível do tecido mineralizado, causando hipersensibilidade [...].

A utilização de flúor é muito importante, pois aumenta a resistência do esmalte. O esmalte do dente é 96% constituído de material inorgânico. Nele, encontramos cristais de hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$). Quando usamos produtos contendo flúor, ocorre um equilíbrio e forma a fluorapatita, que é resistente ao ataque de ácidos.

No material 1, o dentista lhe mostrou a restauração de amálgama. O Hg, quando misturado a Ag, Sn, Cu, Zn, forma uma liga, e é levada ao amalgamador para misturar. Essa restauração é resistente e relativamente barata. Entretanto, devido à sua cor escura, não é muito utilizada em áreas muito visíveis.

No material 2, que você escolheu, é uma **resina composta e fotopolimerizável**, que combina com a cor dos dentes [...].

(conclusão)

Mateus, **aqui vão algumas dicas para sua saúde bucal**: manter uma boa higienização, escovando os dentes no mínimo 3 vezes ao dia; fazer a escovação somente depois de meia hora após a ingestão de ácidos, pois somente depois desse tempo a saliva consegue neutralizar novamente o pH da boca (função tampão); use diariamente creme dental fluoretado; vá regularmente ao dentista [...]; **evitar o consumo excessivo de comidas e bebidas ácidas**, como: frutas cítricas, refrigerantes, suco, chá preto com limão, vinagre, entre outros; não consumir açúcar em excesso.

Esperamos que suas dúvidas tenham sido esclarecidas, e que nossas dicas possam lhe ser úteis para o melhoramento de sua saúde bucal.

Fonte: Autores.

Em vários trechos das respostas, nos quais os estudantes mencionam características referentes à cárie, é possível identificar os 3 fatores (higiene deficiente, necessidade de flúor e consumo excessivo de açúcares) ressaltados pela professora dentista que proferiu a palestra, como o “Triângulo das causas da cárie”.

Acreditamos que o uso deste caso, apresentando situações reais que poderiam também ocorrer na vida dos próprios estudantes, contribuiu para o trabalho em grupo, além de incentivar os estudantes a solucionar o problema do personagem fictício, pesquisando, reunindo informações e sistematizando suas ideias de forma clara e coerente.

4.2.5 Questionários

De acordo com a análise das respostas dos estudantes aos questionários inicial e final desta oficina, as seguintes categorias foram estabelecidas:

- Concepções sobre a constituição dos dentes;
- Concepções sobre cárie e erosão dental;
- Considerações dos estudantes a partir da palestra;
- Evolução do conhecimento químico relacionado ao pH;
- Evolução do conhecimento químico sobre funções orgânicas.

Cada uma destas categorias será discutida a seguir.

4.2.5.1 Concepções sobre a constituição dos dentes

Os estudantes foram questionados sobre do que pensavam serem constituídos os nossos dentes e se existiriam elementos químicos neles.

Dos 15 estudantes que responderam a ambos os questionários, inicialmente 6 afirmaram não saber e 2 não responderam à questão. Algumas das respostas dos demais estudantes foram:

E7: “São algum tipo de osso. Cálcio”.

E10: “O esmalte, e o resto não sei”.

E15: “É constituído de raiz, esmalte, etc. Sim (existem elementos) não sei (quais)”.

Ao final, estes estudantes responderam:

E7: “São constituídos por hidroxiapatita (cálcio, fósforo, OH), ferro, zinco...”.

E10: “O esmalte é constituído de cristais de hidroxiapatita, que contém Ca, P, O, entre outros”.

E15: “Nossos dentes são constituídos pelo esmalte, dentina, polpa, coroa, colo e raiz. São constituídos de material orgânico e hidroxiapatita. Cálcio, oxigênio, hidrogênio, magnésio, fósforo, entre outros”.

Dos estudantes que não responderam inicialmente ou que afirmaram não saber, algumas das respostas finais foram as seguintes:

E5: “É constituído pela dentina, polpa, esmalte, raiz, coroa, colo, fluorapatita, hidroxiapatita. Cálcio, oxigênio, hidrogênio, magnésio, fósforo...”.

E14: “Constituídos por esmalte, dentina, polpa, hidroxiapatita $[Ca_5(PO_4)_3OH]$ ”.

E18: “É composto por dentina, polpa, raiz. Minerais, hidroxiapatita”.

4.2.5.2 Concepções sobre cárie e erosão dental

Os estudantes responderam a um questionamento no início e ao final das intervenções, relacionado à cárie e à erosão dental. O Quadro 16 apresenta a questão em ambos os questionários.

Quadro 16 – Questão sobre cárie e erosão dental

Questionário inicial	Questionário final
Você já ouviu falar em cárie e erosão dental? Se sim, o que você lembra?	Agora que já estudamos os processos de cárie e erosão dental, você sabe explicar a diferença entre elas? Quais as explicações químicas envolvidas?

Fonte: Autores.

No questionário inicial, todos os estudantes afirmaram já ter ouvido falar nestes problemas de saúde bucal. Porém, ao escreverem sobre o que lembravam a respeito, nenhum dos estudantes que complementaram suas respostas entrou em detalhes sobre a erosão dental, apenas sobre a cárie. Além disso, de 15 estudantes, 8 não forneceram explicações, apenas responderam de uma forma geral, como o caso do E3, que respondeu: “Sim. Sabe-se que não é bom para o andamento da saúde bucal”.

Destacamos também a resposta inicial do E7: “Sim. É um problema dentário que põe em risco o dente”. Ao que parece, ele respondeu como se os termos “cárie e erosão dental” da pergunta se referissem a um único problema relacionado à saúde bucal.

Já no questionário final, todos conseguiram caracterizar estes problemas em suas respostas, de acordo com o que compreenderam no decorrer da oficina. Algumas das respostas nas quais podemos perceber o avanço dos estudantes com relação às suas concepções iniciais e finais estão elencadas no Quadro 17.

Quadro 17 – Respostas dos estudantes à questão sobre cárie e erosão dental

(continua)

Questionário inicial	Questionário final
E5: “Sim. Acredito que seja uma bactéria, deixando um buraco no dente”.	E5: “A cárie é causada por 3 fatores: higiene deficiente, falta de flúor e excesso de consumo de açúcar; é causada por bactérias. A erosão é causada por ácidos sem envolver bactéria”.
E7: “Sim. É um problema dentário que põe em risco o dente”.	E7: “A cárie é originada pelo acúmulo de placa e a erosão é pelo consumo excessivo de bebidas com pH baixo [...]”
E10: “Sim. São causadas por cáries (sic)”.	E10: “Cárie é causada por bactérias e só acontece com a combinação de 3 fatores: muito açúcar, escovação precária e falta de flúor. A erosão é causada pelo excesso de bebidas ácidas, causa sensibilidade”.

(conclusão)

E11: “Sim, isso desgasta o esmalte do dente, deixando-o mais sensível”.	E11: “Cárie é causada por ácidos de bactérias, erosão é causada por ácidos de bebidas”.
E15: “Sim. Lembro de um grande desconforto no dente”.	E15: “A cárie é causada pela ação de bactérias, quando consumimos açúcar em excesso, usamos pouco flúor e temos uma higiene deficiente. A erosão não tem o envolvimento de bactérias, é causada por ácidos de nossa dieta e causam a corrosão de nossos dentes”.

Fonte: Autores.

4.2.5.3 Considerações dos estudantes a partir da palestra

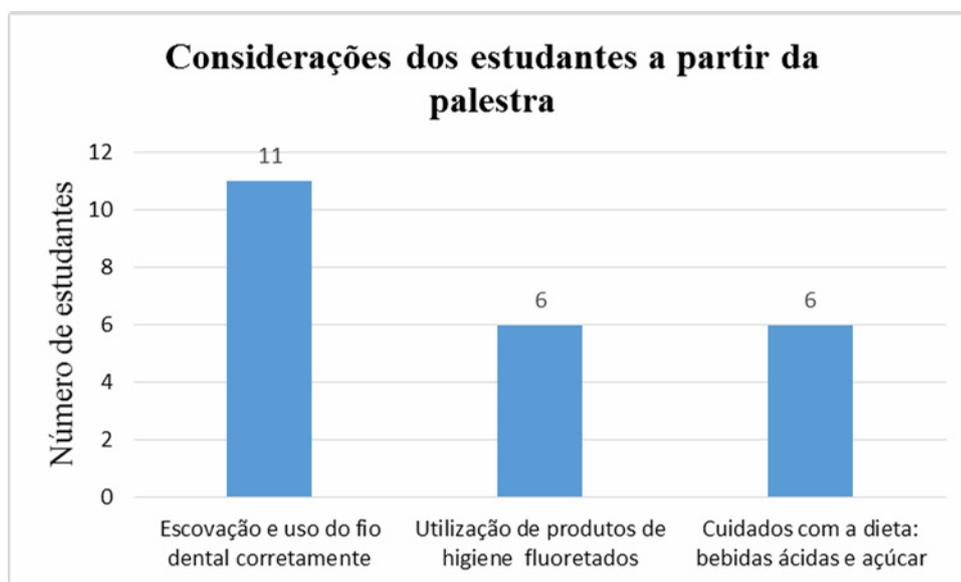
No questionário final, os estudantes responderam à pergunta: “Você já havia assistido a alguma palestra com profissional da área de Odontologia?” () **Sim** () **Não**. Você considera importante a palestra que tivemos apresentada pela prof^a Luana, do curso de Odontologia da UFSM? () **Sim** () **Não**. Algumas das orientações de saúde bucal explicadas por ela você pretende acrescentar a seus hábitos? Quais?”

De 18 estudantes que responderam a esta questão, 4 afirmaram que já tinham assistido a alguma palestra com um profissional da área, e os demais assinalaram que não. Todos os estudantes consideraram importante a palestra que tivemos, exceto o E18, que assinalou “não” sobre a importância, justificando: “Eu já possuo alguns hábitos recomendados por ela, então não me recordo de nenhum outro”.

Nas respostas dos estudantes que julgaram a importância desta intervenção, foi possível a estruturação de subcategorias, pela presença de termos em comum em suas considerações a partir da palestra (Figura 77). De acordo com o que escreveu, a resposta de um mesmo estudante pode corresponder a mais de uma subcategoria. As subcategorias são as seguintes:

- Escovação e uso do fio dental corretamente;
- Utilização de produtos de higiene fluoretados;
- Cuidados com a dieta: bebidas ácidas e açúcar.

Figura 77 – Considerações dos estudantes a partir da palestra



Fonte: Autores.

As respostas dos estudantes remetem à importância desta intervenção para a conscientização quanto a cuidados com a própria saúde bucal. Algumas das respostas, na íntegra, foram as seguintes:

E1: “Percebi que não escovava de forma correta os dentes, e aprendi a usar o fio dental de forma certa”.

E7: “Até já acrescentei: limpeza entre os dentes com o uso do passa fio (devido ao uso de aparelho fixo). Escovação cerca de 30 min depois de ingerir alguma bebida com pH baixo”.

E10: “Passar diariamente o fio dental para desorganizar as paredes de placa, ter flúor na escovação [...]”.

E21: “Acrescentou muito no meu cotidiano, tanto por saber como fazer uma higienização completa, quanto para saber como e o que acontece quando não há a higienização”.

Assim, consideramos que a intervenção com profissional da área da Odontologia auxiliou na conscientização dos estudantes sobre seus próprios hábitos de higiene bucal. Este momento de orientações e conversa com a turma proporcionou questionamentos particulares,

por exemplo relacionados à escovação correta, que tangenciavam os conhecimentos da pesquisadora e foram cuidadosamente respondidos pela professora dentista.

4.2.5.4 Evolução do conhecimento químico relacionado ao pH

Esta categoria foi elaborada a partir das respostas dos estudantes a duas questões dos questionários inicial e final (Quadro 18).

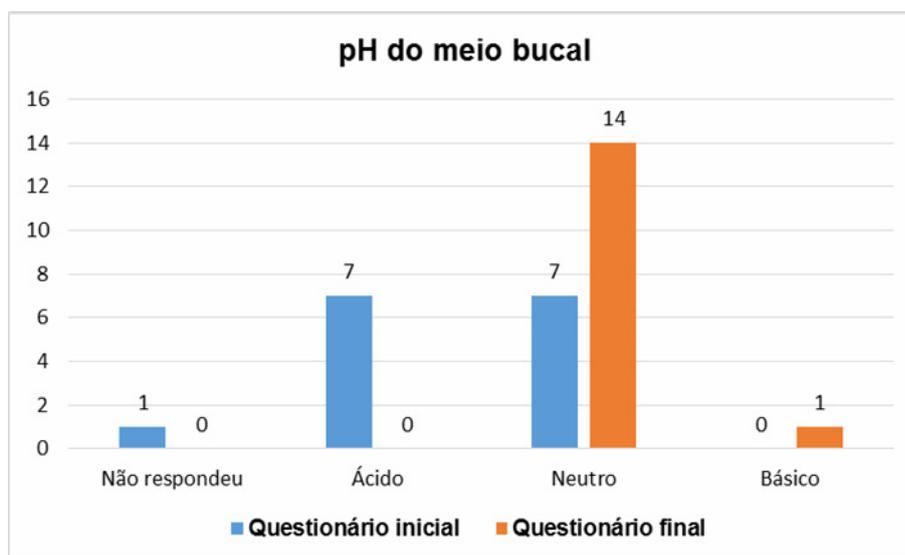
Quadro 18 – Questões relacionadas ao pH

Questionário inicial	Questionário final
6. Afirmando que o pH em nossa boca tem valor em torno de 7,0 queremos dizer que o meio bucal é () ÁCIDO () NEUTRO ou () BÁSICO?	6. Afirmando que o pH em nossa boca tem valor em torno de 7,0 queremos dizer que o meio bucal é () ÁCIDO () NEUTRO ou () BÁSICO? A saliva tem algum papel em relação ao pH do nosso meio bucal?
7. Uma certa bebida tem pH em torno de 2,9. Você acha que ela é () ÁCIDA () NEUTRA ou () BÁSICA? Haverá algum problema se consumirmos essa bebida frequentemente?	7. Uma certa bebida tem pH em torno de 2,9. Você acha que ela é () ÁCIDA () NEUTRA ou () BÁSICA? Haverá algum problema se consumirmos essa bebida frequentemente?

Fonte: Autores.

A Figura 78 apresenta o número de estudantes que assinalou cada uma das opções da questão 6, na qual deveria ser considerada a neutralidade do pH do meio bucal, em ambos os questionários.

Figura 78 – Respostas dos estudantes sobre o pH do meio bucal



Fonte: Autores.

Pela análise do gráfico, no questionário inicial 1 estudante não assinalou nenhuma resposta, 7 assinalaram a opção “ácido” e os outros 7 assinalaram “neutro”, sendo que ninguém marcou “básico” no questionário inicial. Já no questionário final, 14 estudantes assinalaram a opção correta “neutro” e 1 estudante assinalou “básico”.

Sobre o papel da saliva, no questionário final, algumas das respostas foram:

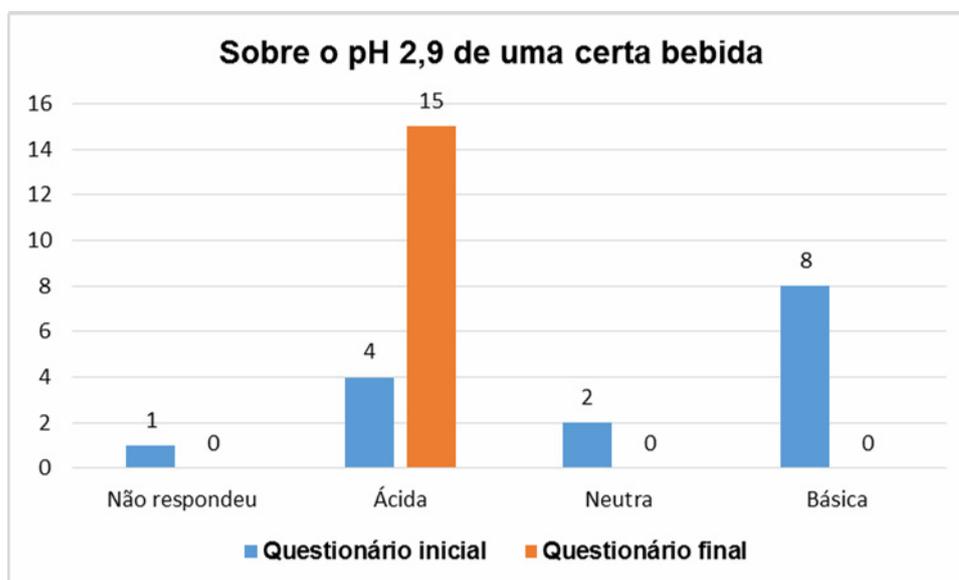
E1: “Sim, ela mantém o pH neutro, em torno de 7,0”.

E4: “Neutralizar o pH da boca”.

E18: “Tem a função tampão, de regular o pH da boca”.

Quanto à questão 7, sobre uma suposta bebida com pH 2,9, a Figura 79 apresenta a relação entre o número de estudantes e as respostas que assinalaram em ambos os questionários.

Figura 79 – Respostas dos estudantes sobre uma bebida de pH 2,9



Fonte: Autores.

O gráfico mostra que, no questionário inicial, 1 estudante não assinalou nenhuma das alternativas, 4 estudantes assinalaram “ácida”, 2 marcaram a opção “neutra” e os outros 8 estudantes assinalaram que a bebida era considerada “básica”.

É possível perceber que, ainda que esta questão tenha sido aplicada a uma turma de 3^a série de ensino médio, e o respectivo conteúdo que a envolve tenha sido desenvolvido na 1^a série, o conceito de pH e suas relações se apresenta confuso para os estudantes. A maioria dos sujeitos assinalou, no questionário inicial, que a bebida teria caráter básico.

Já no questionário final, todos os estudantes assinalaram corretamente a opção “ácida”. Isso nos leva a inferir que as intervenções realizadas no decorrer desta oficina, envolvendo o conteúdo de pH (inclusive as atividades experimentais), contribuíram para que os estudantes repensassem os equívocos contidos em suas concepções iniciais a respeito do assunto.

Esta mesma questão incluía: “Haverá algum problema se consumirmos essa bebida frequentemente?” No questionário inicial, 5 estudantes não responderam a este questionamento, 6 afirmaram que não haveria problemas e 4 afirmaram que haveria algum problema, mas apenas 2 estudantes complementam: E11: “Sim, corrosão” e E15: “Sim, prejudica os dentes”.

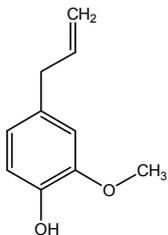
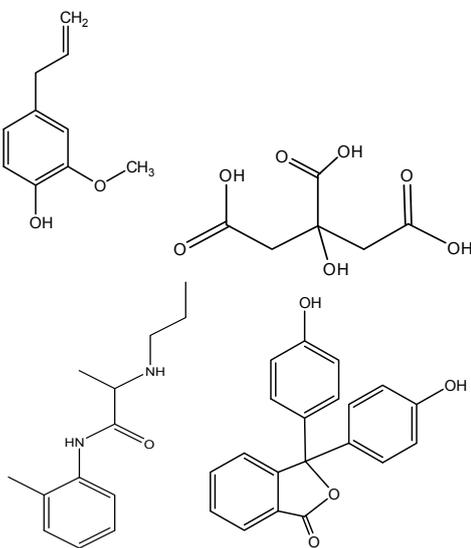
Já no questionário final, todos os estudantes afirmaram que sim, haveria algum problema. Dos 15 estudantes, 1 não complementou sua resposta, e todos os outros 14

associaram o consumo frequente da suposta bebida como um dos fatores para ocorrência de erosão dental.

4.2.5.5 Evolução do conhecimento químico sobre funções orgânicas

Inicialmente, a fim de verificar o conhecimento dos estudantes sobre duas das funções orgânicas que seriam estudadas (fenol e éter), uma questão apresentando a estrutura química do eugenol foi inserida no questionário inicial. Ao final, a identificação de outras funções foi adicionada à questão, envolvendo outras estruturas estudadas no decorrer da oficina (Quadro 19).

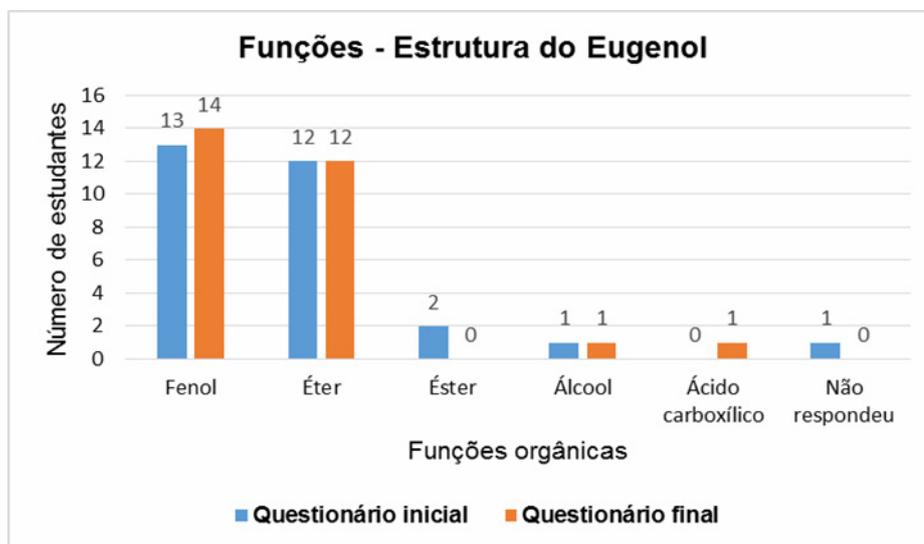
Quadro 19 – Questão sobre funções orgânicas

Questionário inicial	Questionário final
<p>8. Esta é a estrutura do Eugenol, utilizado para certos tipos de restaurações dentárias. Quais as funções orgânicas que você consegue identificar na estrutura?</p> 	<p>8. Quais as funções orgânicas que você consegue identificar nas estruturas? Circule e escreva.</p> 

Fonte: Autores.

A Figura 80 apresenta o número de estudantes e quais as funções orgânicas identificadas por eles na estrutura do eugenol, em ambos os questionários.

Figura 80 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas no eugenol



Fonte: Autores.

Pela análise do gráfico, verificamos que tanto no questionário inicial como no final o número de acertos com relação às funções fenol e éter foi quase idêntico. Dessa forma, a maioria dos estudantes já não apresentava inicialmente dificuldades com relação a estas funções, as quais paralelamente já estavam sendo abordadas pela professora regente da turma.

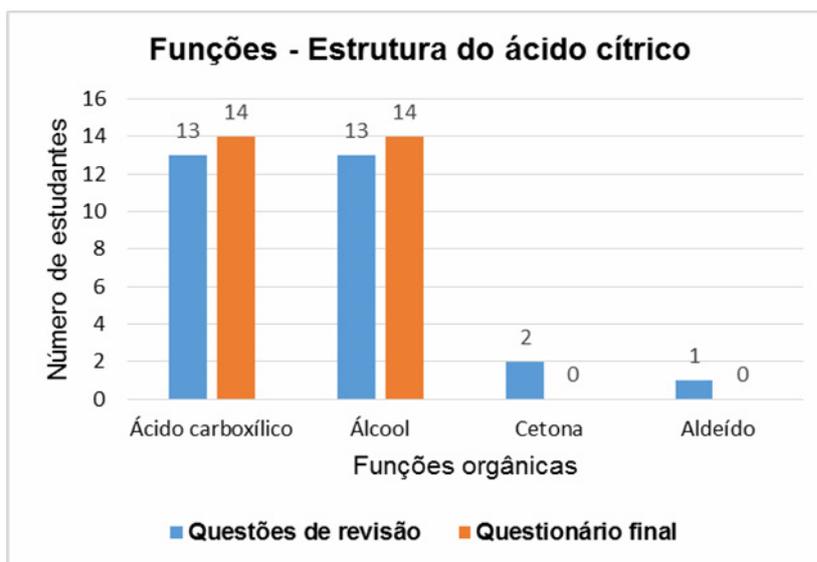
Dos 15 estudantes, apenas 2 confundiram inicialmente éster com éter, mas corrigiram seu equívoco no questionário final. Ainda, 1 estudante identificou álcool em vez de fenol, mantendo o mesmo equívoco ao final. Outro estudante identificou ácido carboxílico no lugar de fenol, equivocando-se apenas no questionário final.

Apesar de não termos detectado um grande número de confusões com relação às funções orgânicas presentes na estrutura do eugenol nestes questionários, ao aplicarmos uma lista de questões de revisão durante as intervenções, ainda no 2º MP (Apêndice I), constatamos alguns equívocos na identificação de outras funções, como confusões entre amida e cetona e entre ácido carboxílico e aldeído.

Em tempo, tais equívocos foram corrigidos após a lista de revisão, e no questionário final algumas das mesmas estruturas foram apresentadas (ácido cítrico, prilocaína e fenolftaleína) para que os estudantes fizessem o mesmo exercício de identificação das funções.

Primeiramente, para a estrutura do ácido cítrico, a Figura 81 apresenta o número de estudantes que identificou cada uma das funções na estrutura, ou outras que não estavam presentes.

Figura 81 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas no ácido cítrico



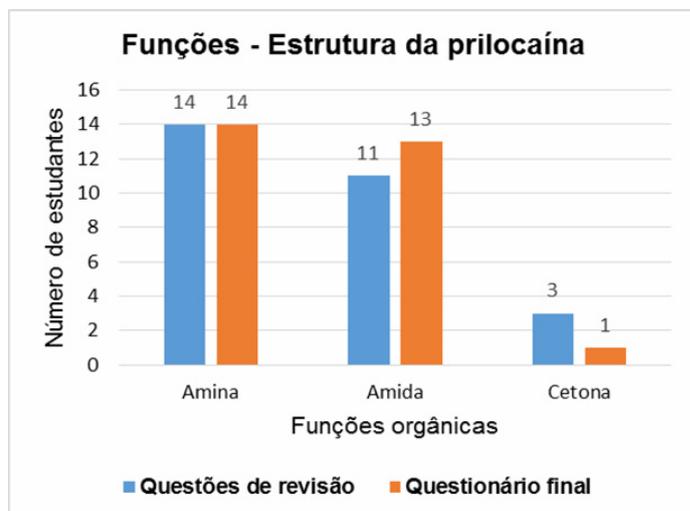
Fonte: Autores.

O E18 não fez a lista de revisão das funções trabalhadas durante o 2º MP, por isso suas respostas para as estruturas além do eugenol, não foram consideradas na comparação questionário final/questionário de revisão.

Pelo gráfico, é possível verificar que nas questões de revisão, 2 estudantes identificaram cetona na estrutura do ácido cítrico, no lugar de ácido carboxílico, possivelmente por “separar” o grupo carbonila ao analisar a função. E, ainda, 1 estudante identificou aldeído no lugar do ácido. Já no questionário final, estes equívocos não apareceram e todos os estudantes identificaram corretamente as funções presentes nesta estrutura.

A Figura 82 apresenta a mesma relação, porém para a estrutura do anestésico prilocaína.

Figura 82 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas na prilocaína

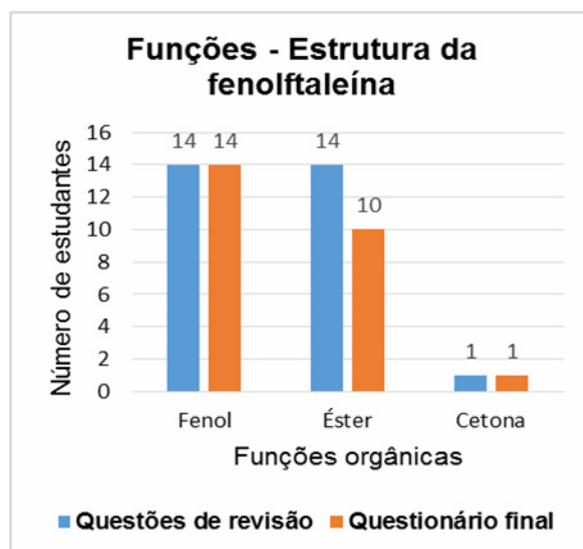


Fonte: Autores.

Pela análise deste gráfico, os estudantes não se equivocaram ao identificar a função amina, em ambos os questionários. A amida, porém, foi confundida com cetona no questionário de revisão, por 3 estudantes e, ao final, apenas o E4 manteve a identificação de cetona ao observar o grupo carbonila ($C=O$) da amida, separadamente, e não na função como um todo.

Por fim, a Figura 83 apresenta a relação entre o número de estudantes e as funções identificadas por eles na estrutura da fenolftaleína.

Figura 83 – Número de estudantes e funções orgânicas identificadas na fenolftaleína



Fonte: Autores.

Na estrutura da fenolftaleína, tanto no questionário de revisão quanto no questionário final, todos os estudantes identificaram corretamente a função fenol. Quanto à função éster, percebemos um aspecto interessante: no questionário de revisão, todos os estudantes a identificaram corretamente; porém, ao final, 4 estudantes não a identificaram, mas também não a confundiram com outra função, como se não a tivessem “notado” na estrutura.

Ainda, o mesmo estudante que identificou cetona no questionário de revisão, fez o mesmo no questionário final. Em ambas as situações, ele identificou o éster e também a cetona, o que nos faz inferir que a função era visualizada por ele no todo, e depois, separando a carbonila e identificando-a como outra função, neste caso a cetona.

A inconsistência de algumas respostas, quando feitas comparações das questões dos questionários final e de revisão pode ser devida ao fato de ainda persistirem dificuldades com relação a determinadas funções nestas estruturas polifuncionais. Alguns trabalhos, como o de Pazinato e Braibante (2014), já abordam dificuldades dos estudantes com relação à identificação de funções orgânicas.

4.3 3ª ETAPA: OFICINA TEMÁTICA “A QUÍMICA DA REVELAÇÃO”

Para a construção das categorias de análise dos resultados referentes a esta oficina, que consiste na 3ª Etapa desta pesquisa, foram considerados os questionários inicial (Apêndice J) e final (Apêndice L), bem como a atividade final respondida pelos estudantes, detalhada no item 3.3.3 desta dissertação.

Nesta análise, foi considerado um total de 12 estudantes, que estiveram presentes em todos os momentos pedagógicos da oficina. Esta Etapa ocorreu em um curto intervalo de tempo (dois dias consecutivos na escola, totalizando 5 horas/aula correspondendo às intervenções 16 e 17).

Este número mais reduzido de estudantes se deve ao fato da aplicação ter ocorrido no mês de agosto, em meio às paralisações e indícios de greve, o que se refletiu em uma aplicação “condensada” para otimizar o tempo, e implicou na ausência de um grande número de estudantes em pelo menos um dos dias em que ocorreu a oficina.

Dessa forma, há 6 estudantes que participaram apenas do primeiro dia (intervenção 16) e outros 3 apenas do segundo (intervenção 17). Assim, por não estarem presentes em um ou outro dos Momentos Pedagógicos desta oficina, os dados referentes a estes sujeitos foram desconsiderados na 3ª Etapa.

A partir da análise dos instrumentos de coleta de dados, emergiram as seguintes categorias:

- Conhecimentos dos estudantes sobre o filme radiográfico;
- Conhecimentos dos estudantes sobre a obtenção da imagem radiográfica;
- Construção do conhecimento químico.

Consideramos importante a revisão de conceitos químicos correspondentes ao currículo das séries anteriores do Ensino Médio, considerando o fato de os sujeitos da pesquisa estarem cursando a 3ª série. Por isso, é parte integrante desta análise, no que tange aos conteúdos, além de funções orgânicas, por exemplo, conceitos relacionados às reações de oxirredução.

Nos itens a seguir, cada uma das categorias será discutida.

4.3.1 Conhecimentos dos estudantes sobre o filme radiográfico

Para a categoria “conhecimentos dos estudantes sobre o filme radiográfico”, foram analisadas as respostas dos estudantes ao questionamento sobre a composição química do filme, nos questionários inicial e final. A questão 1 é apresentada no Quadro 20.

Quadro 20 – Questão 1 dos questionários inicial e final

Questionário inicial	Questionário final
<p>1. Do que você acha que é constituído quimicamente o filme odontológico de raio X (abaixo?)</p> 	<p>1. Agora que já estudamos sobre a composição do filme, como você explica a composição química do filme utilizado para obter a imagem de um dente? Para quê servem os demais itens: papel escuro, folha de chumbo, embalagem plástica?</p> 

Algumas das respostas dos estudantes à questão 1 são apresentadas no Quadro 21.

Quadro 21 – Respostas dos estudantes à questão 1

Questão 1	
Questionário inicial	Questionário final
E5: “Prata”.	E5: “Composição química: sal de brometo de prata. Os demais itens são usados para proteção do filme, para que não haja intervenção da luz”.
E9: “Carbono”.	E9: “Papel escuro serve para não entrar luz no envelope (<i>sic</i>), e o chumbo para que o raio X não passe. AgBr é a composição do filme”.
E10: “De fitocarboneto (<i>sic</i>)”.	E10: “(Os demais itens) para proteger o filme da luz e ele (o filme) tem AgBr”.
E15: “Zinco, Prata, radiação”.	E15: “É composto pelos cristais do sal de brometo de prata (AgBr). Os demais itens servem para proteger contra a ação da luz. Para não “queimar”.
E19: “Só sei que em placas de raios X tem prata”.	E19: “AgBr (no filme), papel escuro e embalagem plástica: para não entrar em contato com a luz, a folha de chumbo para a radiação não ficar atravessando outras coisas...”.
E21: Não respondeu.	E21: “O papel escuro e a folha de chumbo ajuda (<i>sic</i>) para bloquear os raios e a embalagem para proteger da luz”.
E22: Não respondeu.	E22: “AgBr. Os demais itens servem para proteger o filme, para que não queime”.
E23: “Carbono, prata”.	E23: “AgBr (filme) para proteger da luz, para não estragar (<i>sic</i>)”.

Fonte: Autores.

Pela análise das respostas iniciais dos estudantes quanto à composição química do filme (que deveria ser identificado como o que aparece em verde, na imagem), podemos perceber algumas informações “soltas”. O E5 afirma ter prata na constituição do filme e, de fato, ela está presente. Contudo, ele não explicita em qual forma ela se apresenta, ou qualquer outra informação. Já no questionário final, sua resposta apresenta informações importantes, como o sal brometo de prata fazer parte da constituição química do filme, e os demais itens – apresentados da mesma forma na figura – protegerem o filme da intervenção da luz.

Ao analisarmos, em recortes, a resposta do E9, ele inicialmente afirma apenas que há carbono na constituição química do filme. Isso pode ser devido ao fato de eles estarem

estudando química orgânica desde o início do ano e estarem tão familiarizados com o estudo dos compostos contendo carbono. Ao final, o mesmo estudante afirmou que o “papel escuro serve para não entrar luz no **envelope**”, referindo-se à proteção do papel preto contra a radiação da luz visível. Acrescentou a seguir: “o chumbo para que o raio X não passe”, o que remete à fina folha de Pb presente dentro da embalagem plástica, a qual ele chama de “envelope”. Nesse sentido, percebemos que ele compreendeu que a radiação ionizante, ao chegar à folha contendo este metal, não a atravessa e, assim, não atravessa outras superfícies.

Por fim, o E9 afirmou que “AgBr é a composição do filme”. Essa informação, fundamental para a compreensão de que a prata presente nesses cristais (Ag^+) é reduzida à Ag^0 , inicialmente não havia sido apresentada pelo estudante. Acreditamos que o desenvolvimento da oficina contribuiu para este conhecimento, o que pode ser corroborado também pela resposta do E19.

Inicialmente, o E19 afirmou em sua resposta apenas que “em placas de raios X tem prata”, referindo-se à presença de prata nos filmes. Ao final, citou a presença de AgBr no filme, e sobre os demais itens, afirmou: “papel escuro e embalagem plástica: para não entrar em contato com a luz, a folha de chumbo para a radiação não ficar atravessando outras coisas...”, apresentando uma compreensão geral da constituição química do filme e demais itens que o envolvem.

Contudo, o E21, que inicialmente não respondeu a esta questão, evidenciou em sua resposta que alguma confusão permaneceu: “o papel escuro e a folha de chumbo ajudam para bloquear os raios e a embalagem para proteger da luz”. Percebemos que ele não cita a presença de prata no filme, além de atribuir ao papel preto a função de “bloquear os raios”. Acreditamos que, neste caso, ele possa ter ficado confuso com as informações referentes à constituição química do filme, visto que é a folha de chumbo a responsável por reter os raios após estes terem atravessado as superfícies de interesse. O papel preto, por sua vez, auxilia na proteção do filme contra radiações como a luz visível.

De maneira geral, podemos perceber que os estudantes inicialmente apresentaram ideias “soltas”, com base em suas concepções prévias sobre o filme radiográfico. Após as intervenções relacionadas a esta oficina, a análise das respostas mostra que as mesmas foram condizentes com um de nossos objetivos ao elaborar esta etapa: a compreensão acerca da composição química do filme radiográfico.

4.3.2 Conhecimentos dos estudantes sobre a obtenção da imagem radiográfica

No questionário inicial, os estudantes responderam sobre o que pensavam que seria necessário ocorrer para se obter uma imagem radiografada, pronta para ser analisada pelo dentista. O objetivo deste questionamento foi o de analisar um panorama das concepções prévias dos estudantes, desde a necessidade da radiação até o processo de revelação e fixação da imagem.

No questionário final, após o desenvolvimento das intervenções e abordagem de todo o processo (da constituição do filme, sua sensibilização pela radiação até a utilização da “caixa caseira de revelação”), os estudantes responderam ao questionamento de forma semelhante, porém com o enfoque na compreensão sobre o processamento radiográfico odontológico, considerando cada uma de suas etapas, realizadas por eles na atividade experimental. Estas duas questões, conforme foram apresentadas para os estudantes nos questionários, estão dispostas no Quadro 22.

Quadro 22 – Questão 2 nos questionários inicial e final

Questionário inicial	Questionário final
<p>2. Escreva o que você acha que precisa ocorrer para que este filme, após colocado em nossa boca, possa ser visto assim:</p> 	<p>2. Agora que você já estudou o processo de revelação do filme, quais são as etapas que o filme sensibilizado pelos raios X passa dentro da “caixinha” para ficar assim:</p>  <p>a) _____</p> <p>b) _____</p> <p>c) _____</p>

Fonte: Autores.

Conforme foi proposta a questão no questionário final, considerávamos importante que os estudantes escrevessem as três etapas envolvidas na atividade experimental que realizaram.

Do total de 12 estudantes, 2 não responderam ao questionamento inicialmente (E4 e E5). Porém, no questionário final, conseguiram explicitar as etapas envolvidas no processamento radiográfico:

E4: “a) Solução reveladora – age nos cristais de AgBr atingidos pelos raios X; b) Água – lavagem; c) Solução fixadora – remove o excesso de cristais de AgBr.

E5: a) O filme é mergulhado na solução reveladora; b) Após isso, é colocado na água; c) Por fim, é colocado na solução fixadora.

Alguns dos estudantes já apresentaram algumas de suas concepções prévias ao responder ao questionamento inicial:

E1: “Precisa de um flash, uma luz muito forte”.

E10: “Uma revelação”.

E15: “Após ser retirado precisa ser colocado na água”.

E17: “Acho que é necessário ser visto por um ‘espelho’ e depois revelado”.

E19: “Tem que pôr contra a luz”.

E21: “O raio ‘tira foto’ do dente e depois a folha é colocada em um líquido, e logo após em outro e assim é revelado”.

E22: “É necessário que haja uma espécie de ‘fotografia’ e depois de tirada ela passa pelo processo de revelação”.

E23: “Deve ser parecido com o processo de revelar uma fotografia, mas não sei explicar o processo”.

As concepções iniciais dos estudantes são importantes e não podem ser ignoradas, pois é a partir dos conhecimentos que já detém a respeito do assunto, que os estudantes enxergarão os conhecimentos que estão por vir e repensarão suas próprias concepções.

O E1 apresenta uma ideia relacionada à fotografia, porém confusa, no sentido de que se precisaria “de um flash, uma luz muito forte” para se obter a imagem radiografada. Por isso, foi importante abordarmos durante o 2º Momento Pedagógico a natureza dos raios X, a mesma da luz visível, porém com menor comprimento de onda, em uma faixa do espectro eletromagnético na qual não enxergamos, diferentemente da luz “forte” ou “flash” a que ele se refere e que não atravessam superfícies como fazem os raios X. Ao final, o E1 cita corretamente as etapas do processamento radiográfico: “a) Revelação; b) Água; c) Fixação”.

Apesar de ter sido sucinto em sua resposta, o E10 afirma que é preciso “uma revelação” para que o filme possa apresentar uma imagem radiografada. Essa concepção é coerente, mas no questionário final este estudante fornece a sequência correta dos procedimentos: “a) Passa pela solução reveladora; b) O filme é colocado na água; c) Passa pela solução fixadora”.

As respostas dos estudantes à questão 3 do questionário inicial também foram norteadoras desta categoria. O questionamento apresentado foi: “Você pensa que a Química está envolvida no processo de revelação de uma radiografia? () Sim () Não. Como você acha que acontece a revelação?”.

Todos os estudantes participantes desta oficina responderam que sim, há o envolvimento da química no processo de revelação de uma radiografia. Contudo, a maioria deles (7 estudantes) não forneceram explicações, nem complementaram suas respostas, apenas assinalaram. As respostas dos 5 estudantes que justificaram foram as seguintes:

E9: “Nos produtos usados”.

E10: “Com componentes químicos”.

E19: “Com uma reação química”.

E21: “Por causa de alguns elementos a radiografia é revelada”.

E22: “A revelação deve ser revelada (sic) em uma sala escura”.

É possível fazer uma análise comparativa dessas respostas iniciais com os textos e esquemas descritos pelos estudantes na atividade final, respondida por eles ao final do 3º Momento Pedagógico. O estudante E15, por exemplo, inicialmente não justificou sua resposta. Porém, ao final, conseguiu descrever o processamento radiográfico odontológico como um todo (Figura 84).

Figura 84 – Resposta do E15 à atividade final

ATIVIDADE FINAL - Oficina "A Química da Revelação"

Você lembra do paciente Mateus? Ele precisou voltar nesta semana ao consultório do dentista Luís. Ficou curioso, pois precisou passar pelo procedimento de raios X. Ele quer saber **como** o FILME, sai da "caixa de revelação" com a imagem do seu dente?.

Escreva um pequeno texto, ou construa um esquema, utilizando desenhos se preferir, para responder ao paciente sobre sua curiosidade.

Para que o filme saia da caixa de revelação com a imagem de seu dente, é preciso passar por três processos:

Primeiro o filme é colocado em uma solução reveladora, que é composta pela hidroquinona ($C_6H_6O_2$), pelo metio Dórico $CaCl_2$, Na_2SO_3 , KBr e H_2O . Ela age nos cristais de $AgBr$ atingidos pelos raios X. Após retirado da solução reveladora é colocado em água por alguns segundos.

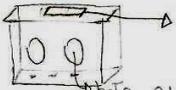
Por último é colocado na solução fixadora, onde os cristais de $AgBr$ que não foram atingidos pelos raios X são removidos. A solução reveladora é composta por $Na_2S_2O_3$ (tiosulfato de sódio), $CH_3-C^P_{OH}$ (ácido acético), Na_2SO_3 e H_2O .

Fonte: Autores.

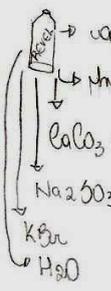
Constatamos que o E15 conseguiu explicar sequencialmente as etapas que realizou no experimento utilizando a "caixa caseira de revelação", além da composição da solução reveladora e da solução fixadora, comentando aspectos químicos, como a ação da hidroquinona sobre os cristais de $AgBr$ atingidos pelos raios X. Outra resposta que destacamos é a do E21, o qual foi um dos estudantes que justificou sua resposta inicial. Inicialmente, respondeu que "por causa de alguns elementos a radiografia é revelada". Ele não apresentou termos que justificassem, de fato, o envolvimento da química no processo, bem como os *elementos* aos quais se refere.

No entanto, ao responder à atividade final, além de explicar de forma completa e detalhada todas as etapas envolvidas até se obter a imagem radiografada, o E21 se coloca como se fosse o personagem "dentista Luís", respondendo a seu paciente "Mateus" (Figura 85 e Figura 86).

Figura 85 – Resposta do E21 à atividade final (página 1)

caixa:  
 beto as mãos com a proteção de uma caixa
 um lente que protege o filme da luz e ajuda para mergulhar o que está acontecendo

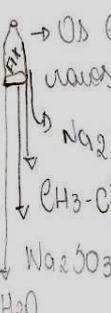
Há dentes com a ajuda de uma pinça é retirado o filme de dentes da embalagem e colocado em uma solução reveladora:


 → age nos cristais de AgBr atingidos pelo R₁₁₀X.
 → hidroquinona →  (C₆H₆O₂)
 → CaCl₂ + máo básico
 → Na₂S₂O₃
 → KBr
 → H₂O

Deixa bem pouco, depois coloca-se uma água (H₂O) para retirar o excesso, para, então, colocar na solução fixadora:

Fonte: Autores.

Figura 86 – Resposta do E21 à atividade final (página 2)


 → Os cristais de AgBr que não foram atingidos pelas raios X são removidos.
 → Na₂S₂O₃ → tiosulfato de sódio (FIXA A IMAGEM)
 → CH₃-C(=O)OH → ácido acético
 → Na₂S₂O₃
 → H₂O

Logo depois, há a imagem dos dentes, fazendo assim com que mergulhemos o anterior do dente

Um abraço.
 Dentista Luis.

Fonte: Autores.

É possível percebermos na produção textual e na representação através de desenho que o E21 apresentou uma significativa evolução conceitual com relação à sua resposta inicial, apesar de não ter explicado a reação que ocorre na revelação do filme, comentando sobre a redução da prata presente nos cristais de AgBr à prata metálica.

O E4 não justificou sua resposta inicialmente, porém ao final conseguimos notar sua estruturação de ideias, evidenciando sua compreensão do processamento radiográfico odontológico (Figura 87).

Figura 87 – Resposta do E4 à atividade final

Primeiro o filme passa pela solução reveladora a qual age nos cristais de AgBr atingidos pelas raios, depois passa pela água para retirar do solução reveladora (o excesso). e por fim é mergulhado na solução fixadora a qual faz com que a imagem seja fixada no filme onde os cristais de AgBr que não foram atingidos sejam removidos e por fim teremos o raios da nossa boca.

Solução Reveladora → Água Lavagem → Solução Fixadora

Hidroquinona a qual reduz a prata, onde obtemos uma cor escura no filme

Remove o excesso da solução reveladora.

Solução que por fim retira o excesso AgBr que não foram atingidos, formando por fim o raios.

Fonte: Autores.

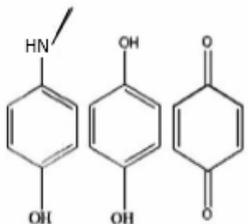
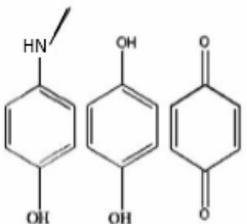
Notamos, abaixo da representação em desenho – dos recipientes contidos na caixa de revelação – feita pelo E4, a informação de que nele contém hidroquinona, a qual reduz a prata, e assim obtemos uma cor escura no filme. Neste fragmento, podemos reunir alguns conceitos importantes: a hidroquinona provocando a redução da prata (de Ag^+ para Ag^0) e a cor escura, devido à prata metálica (Ag^0) depositada no filme revelado.

Estes conceitos foram apresentados e discutidos na Organização do Conhecimento (2º MP), além de o experimento (realizado no 3º MP) ter proporcionado ao estudante verificar a ocorrência da revelação e do escurecimento do filme. Isso nos leva a concluir que a oficina contribuiu para a assimilação destes conceitos.

4.3.3 Construção do conhecimento químico

A análise das respostas dos estudantes a três questões, no início e ao final desta oficina nortearam a elaboração da categoria “construção do conhecimento químico”. Elas estão apresentadas no Quadro 23 conforme apareciam nos questionários inicial e final respondidos pelos sujeitos. No questionário inicial elas correspondem aos números 4, 5 e 6 (Apêndice J) e no questionário final, 3, 4 e 5 (Apêndice L).

Quadro 23 – Questões que nortearam a categoria “construção do conhecimento químico”

Questionário inicial	Questionário final
4. Em uma reação de oxirredução, o que é um agente redutor? E um agente oxidante?	3. Em uma reação de oxirredução, o que é um agente redutor? E um agente oxidante?
5. Se dissermos que a prata (Ag) presente nos cristais do sal AgBr passou de Ag^+ para Ag^0 , o que ocorreu quimicamente?	4. Você estudou que na reação em que o filme é revelado, a prata (Ag) dos cristais de AgBr passa de Ag^+ para Ag^0 . Seu número de oxidação () aumentou ou () diminuiu? Ocorreu uma () oxidação ou () redução? Por isso, o AgBr é considerado o agente () redutor ou () oxidante nesta reação?
6. Quais funções orgânicas você consegue identificar nas estruturas abaixo? Circule e escreva.	5. Quais funções orgânicas você consegue identificar nas estruturas abaixo? Circule e escreva.
	

Quanto ao questionamento: “Em uma reação de oxirredução, o que é um agente redutor? E um agente oxidante?” consideramos relevante na resposta de vários estudantes, suas concepções iniciais de que “o agente redutor reduz”, no sentido de sofrer a redução, e “o agente oxidante é o que oxida”, ou ainda, “o que aumenta”. Este termo pode ter sido empregado no sentido de aumento do número de oxidação, ou ganho de elétrons, por exemplo. Vejamos algumas respostas:

E5: “Agente redutor é o que reduz. Agente oxidante é o que oxida”.

E10: “Agente redutor reduz e agente oxidante é o que aumenta (sic)”.

E15: “Agente redutor: é o que ocorre a redução. Agente oxidante é o que oxida”.

E21: “Agente redutor é o que reduz, conforme a reação, e o oxidante é o que oxida, ou seja, ‘aumenta’(sic)”.

E23: “Agente redutor: ele reduz na reação. Agente oxidante: ele oxida na reação”.

Ressaltamos, também, outra concepção expressa por alguns estudantes: “O agente redutor reduz a reação”. Isso evidencia uma ideia ainda confusa, pois não fica claro ao que eles se referem ao expressar que a reação é reduzida. São alguns exemplos:

E4: “O agente redutor reduz a reação e o oxidante oxida a reação”.

E9: “O agente redutor reduz a reação”.

Nesta oficina foi enfatizada a reação em que a prata, em seu estado Ag^+ , é reduzida à prata metálica, Ag^0 , na etapa de revelação do processamento radiográfico odontológico. Assim, ao abordarmos a reação, diminuição e aumento do número de oxidação, ganho ou perda de elétrons, acreditamos que os estudantes repensaram suas concepções, e algumas das respostas ao mesmo questionamento, no questionário final, corroboram com esta ideia:

E4: “O agente redutor é o agente que reduz a prata, ou seja, a hidroquinona. O agente oxidante é o que oxida a solução (sic)”.

E5: “O agente redutor é aquele que oxida e faz o outro reduzir. O agente oxidante é o que reduz e faz o outro oxidar”.

E9: “O agente redutor é o que oxida, e o agente oxidante é o que reduz”.

E10: “O agente redutor é o que reduz o outro elemento e o oxidante é o que oxida outro elemento”.

E15: “O agente redutor oxida, para que o outro reduza. O agente oxidante reduz, para que o outro oxide”.

E21: “O agente redutor é o que provoca a oxidação (do outro) e o agente oxidante provoca a redução”.

E23: “Agente redutor: ele se oxida e reduz o outro. Agente oxidante: ele se reduz e oxida o outro”.

O E4 utilizou a reação estudada na oficina para responder, assim, acreditamos que o estudante utilizou o termo “solução” por termos tratado da solução reveladora, a qual contém o agente redutor (hidroquinona). Ainda que não tenha concluído sua resposta de maneira muito clara, consideramos que o estudante elaborou sua resposta com melhor emprego conceitual, especialmente no que diz respeito à sua ideia inicial confusa, de que “o agente redutor reduz a reação e o oxidante oxida a reação”.

O estudante E19, que inicialmente não respondeu à questão, ao final respondeu:

E19: “O agente oxidante reduz, enquanto o agente redutor oxida”

Isso nos leva a concluir que, embora expressando de maneira sucinta, ele conseguiu compreender conceitos que inicialmente não havia explicitado.

A questão seguinte diz respeito ao número de oxidação da prata contida nos cristais de brometo de prata (AgBr), na emulsão do filme. Inicialmente, os estudantes foram questionados sobre o que ocorreu quimicamente se a prata passou de Ag^+ para Ag^0 . O objetivo desse questionamento era averiguar as concepções iniciais dos estudantes a respeito de conceitos relacionados à redução da prata em uma reação de oxirredução.

No questionário final, a questão foi reformulada, conforme apresentado no Quadro 23. Os estudantes deveriam assinalar que houve uma diminuição do número de oxidação da prata, uma redução e, assim, o AgBr é considerado o agente oxidante da reação.

Algumas das respostas iniciais dos estudantes foram:

E5: “Ocorreu uma redução”.

E15: “Ocorreu uma redução”.

E21: “Reduziu.”

E23: “Oxidou”.

Os estudantes E5, o E15 e o E21 já apresentaram inicialmente a ideia da ocorrência de redução. A afirmação de que a prata se reduziu estava correta, mas as respostas destes estudantes à questão anterior a esta no questionário inicial apresenta certa confusão conceitual. Isso porque estes mesmos estudantes, E5, E15 e E21, não definiram corretamente “agente redutor” e “agente oxidante”, conforme já apresentado.

No questionário final, estes estudantes corrigiram os equívocos em suas concepções com relação ao papel do agente redutor e do agente oxidante, bem como assinalaram corretamente as afirmativas: o número de oxidação *da Ag diminuiu*; ocorreu uma *redução* e o AgBr age como o agente *oxidante* na reação de revelação do filme radiográfico odontológico.

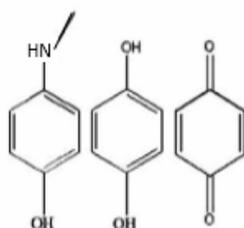
Já o E23, que no questionário inicial respondeu ter ocorrido uma *oxidação*, ao final assinalou corretamente as três informações complementares entre si sobre o que ocorre na reação de revelação do filme. Acreditamos que as atividades contribuíram para que o estudante conseguisse relacionar de forma coerente estes conceitos que, pela sua resposta inicial, estavam equivocados.

Contudo, houve também algumas concepções confusas nas respostas finais dos estudantes, como o caso do E19, o qual inicialmente afirmou que a prata “oxidou” e, no questionário final, assinalou que o número de oxidação da Ag *aumentou*, houve uma *redução* e o AgBr seria o *agente redutor*.

Isso nos leva a refletir que, embora tenhamos explorado conceitos do amplo conteúdo de oxirredução a partir desta oficina, como uma “revisão” relacionada à série anterior, alguns estudantes ainda mantiveram concepções equivocadas, sem relacionar corretamente estes conceitos. Este fato pode ser devido às dificuldades que os estudantes trazem desde que iniciaram a aprendizagem deste conteúdo, na 2ª série do Ensino Médio, permanecendo com ideias equivocadas que, ao serem confrontadas posteriormente – ao final da 3ª série – ainda prevaleceram.

Quanto à questão que apresentava as estruturas químicas do metol, da hidroquinona e da benzoquinona, nosso objetivo era averiguar se ainda havia equívocos presentes com relação às funções orgânicas amina, fenol e cetona. Conforme apresentamos no Quadro 23, era desejável que os estudantes fizessem um círculo em torno das funções que encontrassem, denominando-as (Figura 88).

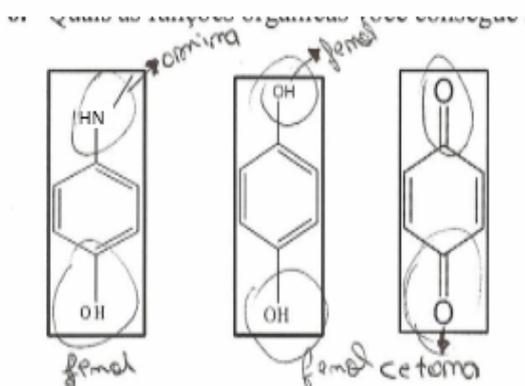
Figura 88 – Representação das estruturas do metol, da hidroquinona e da benzoquinona



Fonte: Autores.

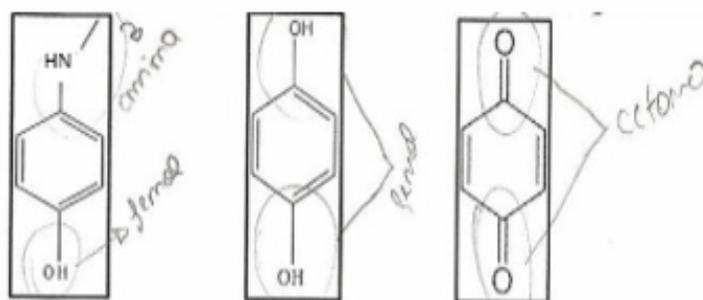
Assim, as respostas corretas deveriam apresentar: amina e fenol, no metol; fenol, na hidroquinona, e cetona, na benzoquinona. O estudante E5 circulou e denominou as funções corretamente, em ambos os questionários (Figura 89 e Figura 90).

Figura 89 – Resposta do E5 (Questionário inicial)



Fonte: Autores.

Figura 90 – Resposta do E5 (Questionário final)

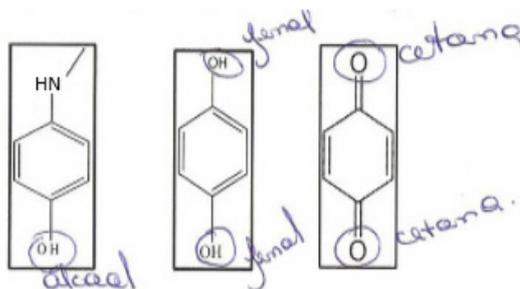


Fonte: Autores.

Dessa maneira, este estudante não apresentou distorções quanto às funções em ambos os questionários, e o mesmo ocorreu com os estudantes E9, E15 e E23. O E19, por sua vez, não respondeu à questão no questionário inicial, mas no questionário final, circulou e descreveu corretamente todas as funções.

Contudo, ressaltamos algumas confusões dos estudantes com relação a algumas funções. O E17, por exemplo, confundiu inicialmente **fenol com álcool** na estrutura do metol (Figura 91).

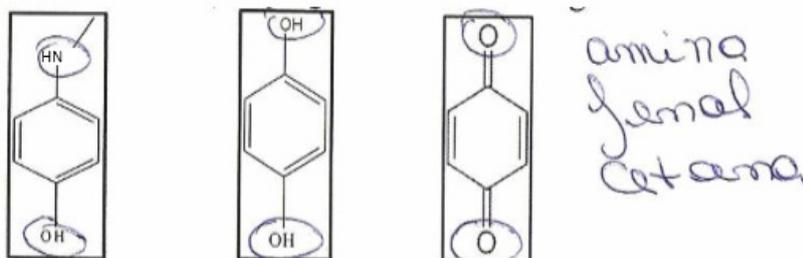
Figura 91 – Resposta do E17 (Questionário inicial)



Fonte: Autores.

Além disso, o E17 não verificou a presença de amina na mesma. Já no questionário final, ele atribuiu corretamente a denominação das funções, assim corrigindo seu equívoco.

Figura 92 – Resposta do E17 (Questionário final)

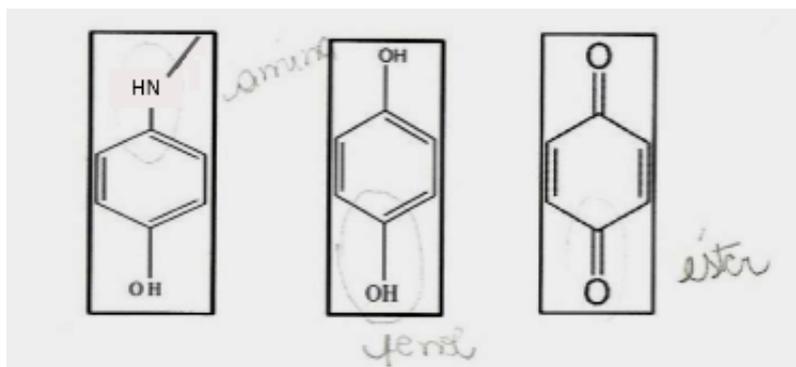


Fonte: Autores.

Já o estudante E10, no questionário inicial, identificou a função **amina** no metol, porém **não citou o fenol**, também presente na estrutura. Depois, descreveu estar presente a função **aldeído no lugar de fenol**, na estrutura da hidroquinona e corretamente apontou a presença de **cetona** na benzoquinona. No questionário final, ele circulo e denominou corretamente todas as funções.

O E21 no questionário inicial identificou a função **éster** no lugar de **cetona**, além de não ter circulado e reconhecido a função fenol no metol (Figura 93).

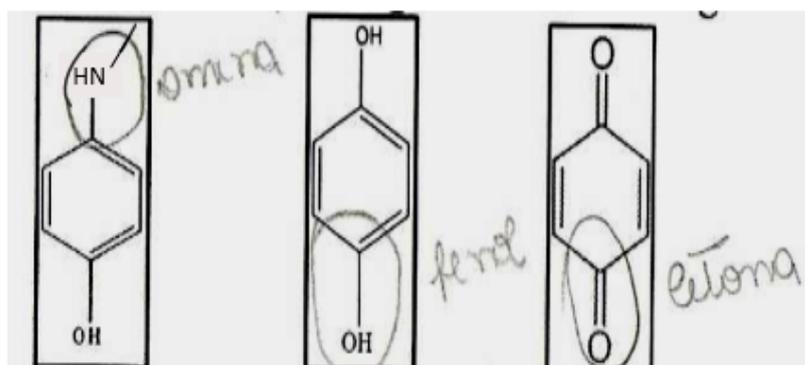
Figura 93 – Resposta do E21 (Questionário inicial)



Fonte: Autores.

No questionário final, o E21 corrigiu seu equívoco com relação à presença de **éster** na estrutura da benzoquinona, reconhecendo a **cetona** (Figura 94).

Figura 94 – Resposta do E21 (Questionário final)



Fonte: Autores.

O E22 inicialmente identificou **amida no lugar de amina**, na estrutura do metol, o que pode ser devido à semelhança dos grupos funcionais. No questionário final, o E22 identificou corretamente as funções.

Esta oficina, a qual ocorreu em paralelo às aulas da professora regente, contribuiu para a revisão das características e diferenças entre estas funções orgânicas, conforme as respostas da maioria dos estudantes.

Acreditamos, portanto, que ao abordar a reação de oxirredução da revelação do filme, e ao mesmo tempo revisar as funções orgânicas presentes nas estruturas envolvidas,

auxiliamos na correção de equívocos nas concepções dos estudantes. Além disso, consideramos importante ter trabalhado conceitos químicos relacionados a algo já vivido pela maioria dos estudantes, visto que 15 já haviam passado pelo “procedimento de raios X” em uma consulta ao dentista, conforme apresentado na Figura 61.

4.3.4 Encerramento das atividades: opinião dos estudantes

Conforme explicitado anteriormente, foi reduzido o número de estudantes presentes na 3ª Etapa e, assim, no término da aplicação desta pesquisa. Porém, foi no questionário final desta oficina que os estudantes tiveram a oportunidade de comentar sobre a importância das intervenções para eles. Suas respostas foram analisadas, e algumas delas estão apresentadas no Quadro 24.

Quadro 24 – Comentários dos estudantes

Comentários dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas
E1: “Adorei suas aulas. Apesar de algumas vezes eu demonstrar um pequeno desinteresse nas aulas, pude aprender muitas coisas que levarei para o resto da vida, e parabéns por não desistir nunca de nós”.
E5: “Achei interessante o trabalho desenvolvido, pois contribuiu para o crescimento do conhecimento tanto da química, quanto de sua relação com a odontologia. Confesso que a parte experimental foi bem mais legal que a teórica, porém tudo foi bastante válido. Agradeço pelo conhecimento compartilhado, e desejo muito sucesso”.
E15: “Eu gostei muito, sempre gostei da área odontológica e para mim foi uma surpresa saber que ela abrange tantas coisas, principalmente a química. Só tenho a agradecer por todas as dúvidas esclarecidas e tantas novas coisas que aprendi! Muito sucesso sempre em sua carreira”.
E17: “Eu achei muito legal, e espero usar estas experiências em algum curso relacionado. Gostei bastante das aulas teóricas e ainda mais das experimentais. Conhecemos um pouco do cotidiano dos dentistas. Foram muito proveitosas para mim”.
E21: “A pesquisa foi muito boa e fomos ‘sortudos’ em ter aprendido sobre a química do dente, algo que é do nosso cotidiano”.
E13: “Muito significativo! Aprendemos coisas novas e que nunca pensamos como seriam. Principalmente a parte dos dentes, cáries, erosão, entre outras coisas. Produtivo e importante”.

Fonte: Autores.

Pelas respostas, os estudantes demonstraram ter gostado das oficinas e, mais do que isso, demonstraram ter relacionado o que foi aprendido com o seu cotidiano, mesmo que sob pontos de vistas diferentes.

Por exemplo, o E17 afirma que “conhecemos um pouco do cotidiano dos dentistas”, porém, quando procuramos um dentista, fazemos isso em virtude do cuidado com a nossa própria saúde bucal, então o “cotidiano dos dentistas” a que ele se refere, faz também parte do nosso, seja pelos cuidados que temos diariamente com nossa higiene ou pelas restaurações que “carregamos” em nossa boca a todo momento, por exemplo.

Já o E21 comenta que “fomos ‘sortudos’ em ter aprendido sobre a química do dente, algo que é do nosso cotidiano”. Então, para ele, ao tratarmos sobre a química envolvida na constituição dos dentes, ou a tudo o mais relacionado a isso, estamos tratando de nosso cotidiano.

O E5 diz ter achado “interessante o trabalho desenvolvido, pois contribuiu para o crescimento do conhecimento tanto da química, quanto de sua relação com a odontologia”, o que é muito significativo, pois conforme já apresentado, essas relações são amplas e diretamente relacionadas à nossa saúde bucal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema que impulsionou a realização desta pesquisa e a elaboração e aplicação das intervenções relatadas e discutidas nesta dissertação foi o seguinte: **“Como a temática ‘Química na Odontologia’ pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química para estudantes do Ensino Médio a partir do uso de oficinas temáticas?”**

Ao final deste trabalho, acreditamos que a temática “Química na Odontologia” contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Química por meio de oficinas temáticas, fundamentadas nos Três Momentos Pedagógicos e associadas a outras metodologias, tais como: as atividades experimentais, jogo didático e estudo de casos. Todas as estratégias metodológicas foram empregadas visando à contextualização de conteúdos com a temática, para a construção do conhecimento químico e de suas relações entre Química e a Odontologia e, conseqüentemente, com a saúde bucal.

Nessa perspectiva, as intervenções planejadas e aplicadas nesta pesquisa foram estruturadas considerando que cada estudante aprende de uma maneira diferente, por isso é importante que o professor se preocupe em flexibilizar metodologias no ensino, para além as aulas expositivas. Verificamos que a utilização das estratégias metodológicas selecionadas contribuiu tanto para viabilizar o ensino de diferentes conteúdos químicos, quanto para a aprendizagem dos estudantes de 3ª série do Ensino Médio, sujeitos participantes desta pesquisa.

A maioria dos estudantes ainda não havia participado de atividades experimentais, sendo assim acreditamos ter contribuído para que os mesmos pudessem ter contato com essa prática antes de concluírem o Ensino Médio. A justificativa de um dos estudantes para não ter este tipo de atividade era o fato de a escola não possuir um laboratório para tal.

Porém, nesta pesquisa apresentamos atividades que puderam ser realizadas no ambiente da sala de aula, com materiais considerados de fácil acesso. Acreditamos que as atividades experimentais desenvolvidas foram importantes para a construção de conceitos químicos ao longo das intervenções e contribuíram para a formação cidadã dos estudantes, uma vez que os colocaram diante de situações que demandavam posicionamentos, reflexões sobre os resultados, trabalho em grupo, proporcionavam discussões e a organização de ideias.

O jogo didático e o estudo de casos aplicados, ambos na 2ª Etapa da pesquisa, também contribuíram nesse sentido. O primeiro, por revisar conceitos importantes, principalmente referentes à erosão dental e por envolver os estudantes em uma atividade lúdica e educativa, estimulando-os à interação entre colegas, o que também ocorreu a partir do caso. Este incentivou os estudantes à pesquisa em diferentes materiais, levando-os a sistematizar suas ideias a partir da escrita, a retomar as relações entre a Química, a Odontologia e a saúde bucal, a refletir sobre problemas e questionamentos que, apesar de serem referentes a um personagem fictício, podem acontecer na “vida real” e necessitam de um posicionamento crítico quanto às atitudes pessoais e do conhecimento químico para sua compreensão.

Os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos tópicos selecionados a partir da temática e dos conteúdos químicos abrangidos por eles foram considerados nas etapas de aplicação desta pesquisa, o que contribuiu tanto para a análise das concepções dos sujeitos pré e pós intervenções, quanto para a análise da construção destes conhecimentos ao longo do processo.

Além disso, os conteúdos selecionados foram abordados visando à conscientização dos estudantes e à sua posição crítica frente às próprias atitudes hábitos e as implicações destes para a sua saúde bucal, considerando-a como um Tema Químico Social. É nesse sentido que acreditamos ter contribuído para a formação cidadã dos estudantes: utilizando a “Química na Odontologia”, e, assim, da prática odontológica e seus materiais como ponte para atividades e ações que também se voltassem às orientações para a saúde bucal.

Considerando a importância da temática “Saúde Bucal” utilizada por Trevisan (2012) e a indissociabilidade entre a temática “Química na Odontologia” definida neste trabalho e a “Saúde Bucal”, esta pesquisa também abordou alguns problemas comuns, como a cárie e a erosão dental e medidas de prevenção e tratamento.

Para além dos tópicos abordados neste trabalho a partir da prática odontológica que permitiram sua relação com conteúdos químicos, ainda é possível atrelar outros tópicos ao ensino de Química, como: processos de esterilização de materiais, materiais de moldagem, tipos de aparelhos ortodônticos, procedimentos de clareamento dentário e de limpeza dentária, entre outros. Alguns destes, inclusive, foram citados por estudantes quando questionados sobre as possíveis relações entre a Química e a Odontologia, na 1ª Etapa desta pesquisa.

Neste ponto, no que diz respeito à construção de relações entre a Química e a Odontologia, acreditamos que esta pesquisa contribuiu para que os estudantes pudessem pensar na prática odontológica – com a qual apenas um não havia tido contato, por nunca ter

ido a uma consulta ao dentista – como algo que pertence ao nosso cotidiano e que envolve uma rica bagagem Química.

Considerando que ao procurarmos o atendimento de um profissional odontólogo – submetendo-nos aos materiais e técnicas por eles utilizados – estamos visando à manutenção de nossa saúde bucal e, portanto, da saúde geral de nosso organismo, as temáticas “Saúde Bucal” e “Química na Odontologia” se complementam e podem ainda conduzir professores a abordarem conteúdos e promoverem situações problematizadoras considerando este caminho. Acreditamos que a abordagem de problemas e cuidados relacionados à saúde bucal no ensino nunca se esgotará, seja na disciplina de Química, na de Biologia ou outras, ou mesmo em abordagens e projetos interdisciplinares.

Conforme já mencionamos, esta temática não se limita às abordagens realizadas neste trabalho, em termos de possibilidades de aplicação no ensino de Química. Assim como o trabalho de Trevisan (2012) muito contribuiu para esta pesquisa, esperamos que esta também possa contribuir para o ensino de Química, estimulando professores da área que aspirem trabalhar tendo a contextualização como um princípio norteador de sua prática. Nesse sentido, esperamos que a temática e sua aplicação no ensino contribua para impulsionar novas pesquisas fundamentadas em metodologias diferenciadas.

Por fim, considero importante comentar meu crescimento pessoal diante do trabalho desenvolvido. Primeiramente, sinto-me realizada por poder estudar e ensinar a Química envolvida em uma temática que, desde a graduação, mostrou-se rica em termos de conteúdos e de abordagens diferenciadas possíveis de serem realizadas de maneira simples em sala de aula, guiada por diferentes metodologias.

Durante o período do mestrado, ao desenvolver e aplicar esta pesquisa junto aos estudantes, posso afirmar que muito aprendi e que tenho consciência do “infinito” que há para aprender, considerando que ensinar é, na verdade, um grande e constante aprendizado. Hoje, a ideia é desbravar outras temáticas durante minha prática como professora, buscando caminhos para levar aos estudantes um ensino contextualizado, conduzindo-os a compreender as relações entre a Química e o cotidiano em situações que vivenciam.

5.1 CONTRIBUIÇÕES

Em relação às contribuições desta pesquisa para o ensino, o trabalho intitulado “Trincas Químicas da Erosão Dental” foi apresentado durante o 35º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, em Porto Alegre, RS, em outubro de 2015.

Ao final da disciplina de **Co-orientação de Iniciação Científica**, cursada pela pesquisadora durante o mestrado, um trabalho foi escrito a partir do que foi desenvolvido pela estudante de Química Licenciatura que cursava a disciplina de **Instrumentação para Laboratório de Química**, sob a orientação da professora orientadora deste trabalho e co-orientação da pesquisadora, o qual foi publicado na Revista Ciência e Natura (BRAIBANTE, SULZBACH e STORGATTO, 2015).

REFERÊNCIAS

ALVES, L. S. **Avaliação longitudinal do selamento de dentina cariada em lesões profundas de cárie**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica com ênfase em Dentística/Cariologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ANDRADE JUNIOR, A. C. C.; ANDRADE, M. R. T. C.; MACHADO, W. A. S.; FISCHER, R. G. Estudo in vitro da abrasividade de dentifrícios. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 231-236, jul./set. 1998.

ANUSAVICE, K. J. **Phillips – Materiais Dentários**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

ANUSAVICE, K. J.; SHEN, C.; RAWLS, H. R. **Phillips – Materiais Dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

ASSIS, C. D.; BARIN, C. S.; ELLEN SOHN, R. M. Estudo do potencial de erosão dentária de bebidas ácidas. **Revista Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 13, n. 1, p. 11-15, 2011.

BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.

BENNET, C. R. **Monheim - Anestesia local e controle da dor na prática dentária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1984.

BISSOLI, C. F.; SANTOS, L. R. A.; TAKESHITA, W. M.; CASTILHO, J. C. M.; MEDICI FILHO, E.; MORAES, M. E. L. Cimentos forradores à base de hidróxido de cálcio: estudo da densidade óptica com um sistema digital. **Revista Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 63-66, 2008.

BODNER, G. M. Twenty years of learning: how to do research in Chemical Education. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 5, p. 618-625, maio 2004.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 20. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

BORTOLETTO, E. C.; IGARASHI-MAFRA, L.; SORBO, A. C. A. C.; GALLIANI, N. A.; BARROS, M. A. S. D.; TAVARES, C. R. G. Remoção da prata em efluentes radiográficos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007.

BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; PAZINATO, M. S. **Retroprojeto como Bancada de Laboratório de Química**. Santa Maria: Pallotti, 2010.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. O ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. **Ciência e Natura**, v. 36, Ed. Especial II, p. 819-816, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F.; SULZBACH, A. C.; STORGATTO, G. A. A bioquímica do glúten através de oficinas temáticas **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 267-276, 2015.

BRANCO, C. A.; VALDIVIA, A. D. C. M.; SOARES, P. B. F.; FONSECA, R. B.; FERNANDES NETO, A. J.; SOARES, C. J. Erosão dental: diagnóstico e opções de tratamento. **Revista de Odontologia da UNESP**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 235-242, 2008.

BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.

CABRAL, A. M.; FURTADO, D. P. Farmacologia dos Anestésicos Locais. In: PRADO, R.; SALIM, M. A. A.; SOUZA, B. B. (Col.). **Anestesia Local e Geral na Prática Odontológica**. Rio de Janeiro: Rubio, 2014.

CAMACHO, D. P.; SVIDZINSKI, T. I. E.; FURLANETO, M. C.; LOPES, M. B.; CORRÊA, G. O. Resinas acrílicas de uso odontológico à base de metilmetacrilato. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, Maringá, v. 6, n. 3, p. 63–72, mar./mai. 2014.

CARDOSO, A. C. **Atlas Clínico da Corrosão, do Esmalte e da Dentina – Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Quintessence Editora, 2007. 175 p.

CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 19-22, 1995.

COSTA, P. R. R. Safrol e eugenol: estudo da reatividade química e uso em síntese de produtos naturais biologicamente ativos e seus derivados. **Revista Química Nova**, v. 23, n. 3, 2000.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DE ARAUJO, D. R.; DE PAULA, E.; FRACETO, L. F. Anestésicos locais: interação com membranas biológicas e com o canal de sódio voltagem-dependente. **Revista Química Nova**, v. 31, n.7, p. 1775-1783, 2008.

DO VALLE, V. M. F. **Amálgama dental: presente e futuro**. 2001. 50 p. Monografia (Especialização em Dentística Restauradora) - Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia, Florianópolis, 2001.

DOMINGUEZ, M. S. **Liberação de Flúor pelo Cimento de Ionômero de Vidro**. 60 p. 1997. Monografia (Especialização em Odontopediatria) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

DURAND, A. M. **A Química dos Minerais: Uma temática para investigar o papel da experimentação no Ensino de Ciências**. 2015. 272 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

FERREIRA, M. B. C. Anestésicos locais. In: WANNMACHER, L.; FERREIRA, M. B. C. **Farmacologia clínica para dentistas**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999. Cap. 16. p.104-116.

FOCETOLA, P. B. M.; CASTRO, P. J.; SOUZA, A. C. J.; GRIONS, L. S.; PEDRO, N. C. S.; IACK, R. S.; ALMEIDA, R. X.; OLIVEIRA, A. C.; BARROS, C. V. T.; VAITSMAN, E.; BRANDÃO, J. B.; GUERRA, A. C. O.; SILVA, J. F. M. Os Jogos Educacionais de Cartas como Estratégia de Ensino em Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 248-255, nov. 2012.

FUCK, G. D. B. **Erosão Dental: Diagnóstico e Tratamento**. 2011. 35 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2011.

GARCIA, L. F. R.; CONSANI, S.; CRUZ, P. C.; PIRES DE SOUZA, F. C. P. Análise crítica do histórico e desenvolvimento das cerâmicas odontológicas. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v. 59, p. 67-73, jan./jun., 2011.

GARNICA, A. V. M. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e fenomenologia. **Interface – Comunicação Saúde, Educação**, Botucatu, v.1, n.1, p. 109-122, ago. 1997.

GEBRAN, M. P.; GEBERT, A. P. O. Controle químico e mecânico de placa bacteriana. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, Curitiba, n. 26, p. 45-58, jan. 2002.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 67-73, mar./abr. 1995.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995.

GOMES, E. A.; ASSUNÇÃO, W. G.; ROCHA, E. P.; SANTOS, P. H. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. **Cerâmica**, v. 54, p. 319-325, 2008.

GRANDE ENCICLOPEDIA LAROUSSE CULTURAL, São Paulo: Nova Cultural, 1998. 24v.

GREENFIELD, L. **Técnica Radiológica Dentária e Interpretação das Películas Bucodentárias**. Rio de Janeiro: Científica, 1956.

GRIGOLETTO, J. C.; SANTOS, C. B.; ALBERTINI, L. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Situação do gerenciamento de efluentes de processamento radiográfico em serviços de saúde. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 301-307, set./out. 2011.

GUERRA, N. de O. M. **Avaliação da dose na tireóide e nas glândulas salivares em radiologia odontológica utilizando dosimetria termoluminescente**. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai./ago. 2006.

HADLINGTON, S. **Chemistry bites**. In: Chemistry World, 2010. Disponível em: <<http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2010/February/ChemistryBites.asp>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

HELFMAN, M. Chemical aspects of dentistry. **Journal of Chemical Education**, v. 59, n. 8, p. 666, ago. 1982.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-165, dez. 1997/jan. 1998.

JUNIOR, H. S.; FREITAS, G. R. S.; NÉRI, D. R. F. PEREIRA, F. R. S. FARIAS, R. F.; PEREIRA, F. C. Monitoramento do corante pararosanilina em amostras biológicas. **Eclética Química**, v. 35, n. 3, p. 147-156, 2010.

KLEINA, M. W.; COELHO-DE-SOUZA, F. H.; KLEIN-JÚNIOR, C. A.; PIVA, F. A. Remoção da dentina cariada na prática restauradora – Revisão da Literatura. **Revista Dentística on line**, ano 8, n. 18, p. 15-23, jan./mar. 2009.

KUYA, M. K. Recuperação de prata de radiografias: uma experiência usando recursos caseiros. **Química Nova**, v. 16, n. 5, p.474-476, set./out. 1993.

LECHNER, B.; RÖPER, S.; MESSERSCHMIDT, J.; BLUME, A. MAGERLE, R. Monitoring demineralization and subsequent remineralization of human teeth at the dentin–enamel junction with atomic force microscopy. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 7, n. 34, p. 18937-18943, 2015.

LEITES, A. C. B. R.; PINTO, M. B.; SOUSA, E. R. Aspectos microbiológicos da cárie dental. **Salusvita**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 239-252, 2006.

LIPORINI, A. Q.; MION, C. F.; CAVALHEIRO, M. C. H. T. Tratamento químico e reciclagem de chapas de raios-X. In: 4º Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2012, Jaú. **Anais eletrônicos do 4º Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Jaú: SP, 2012. Disponível em: <<http://issuu.com/rimaeditora/docs/anaisjahu>>. Acesso em 14 out. 2015.

MADEIRA, M. C. **Anatomia do dente**. 5. ed. São Paulo: Sarvier, 2007.

MALAMED, S. F.; GAGNON, S.; LEBLANC, D. A comparison between Articaine HLC and Lidocaine HLC in pediatric dental patients. **Pediatric Dentistry**, v. 22, n. 4, p. 307-311, jul./ago. 2000.

MALAMED, S. F. **Manual de anestesia local em odontologia**. Rio de Janeiro, Elsevier: 2013, 428 p.

MASSARA, M. L. A.; TAVARES, W. L. F.; NORONHA, J. C.; HENRIQUES, L. C. F.; SOBRINHO, A. P. R. A eficácia do hidróxido de cálcio no tratamento endodôntico de decíduos: seis anos de avaliação. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 155-159, abr./jun. 2012.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008.

MARINHO, V. A.; PEREIRA, G. M. Cárie: diagnóstico e plano de tratamento. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 4, p. 27-37, 1998.

MARTINS, W. D. Wilhelm Conrad Roentgen e a descoberta dos raios X. **Revista de Clínica e Pesquisa Odontológica**, v.1, n.3, p. 59-63, jan./mar. 2005.

MARSHALL Jr, G. W. Dentin: microstructure and characterization. **Quintessence International**, v. 24, n. 9, p. 606-617, set. 1993.

MENDES, F. M. T. **Introdução à Técnica de Espectroscopia Fotoelétrica por Raios X (XPS)**. Rio de Janeiro: Synergia, FAPERJ, 2011.

MESQUINI, M. A.; MOLINARI, S. L.; PRADO, I. M. M. Educação em saúde bucal: uma proposta para abordagem no Ensino Fundamental e Médio. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, Maringá, v. 10, n. 3, p. 16-22, 2006.

MIRANDA, A. C. G. **Temas geradores através de uma abordagem temática freireana como estratégia para o ensino de química e biologia**. 2015. 167 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

MONDELLI, J.; PINHEIRO, R. F.; LANZA, L.D. Polimento de restaurações com amálgama: uma técnica alternativa utilizando jato de óxido de alumínio. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 4, out./dez. 1998.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências:** apostila. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 64p.

NASCIMENTO, D. C. M.; AZZOLINI, F. S. F.; SILVEIRA, L. P. G. **Evidenciadores de placa e técnicas de escovação em crianças.** 1984. 44 p. Monografia (Especialização em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 1984.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 5, n. 2, p. 381-392, 2000.

NICHOLSON, J. W.; ANSTICE, H. M. The chemistry of modern dental filling materials. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 11, p. 1497-1501, nov. 1999.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, L. M. S.; SILVA, O. G.; FERREIRA, U. V. S. Desenvolvendo Jogos Didáticos para o Ensino de Química. **HOLOS**, v. 5, ano 26, p. 166-175, 2010.

OLIVEIRA, F. V. **Aromas contextualizando o ensino de química através do olfato e paladar.** 2015. 137 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

PAIVA, L. C. de A; CAVALCANTI, A. L. Anestésicos locais em odontologia: uma revisão de literatura. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 11, n 2, p. 35-42, jun. 2005.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico.** 2012. 177 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 289-296, nov. 2014.

PEREIRA, T. B.; SOUSA, F. B. Dissecção de lesões cariosas: nova técnica de estudo histopatológico tridimensional. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 151-156, 2002.

PISTÓIA, G. D.; CERPA, G.; PISTÓIA, A. D.; NETO, M. M.; KAIZER, M. R. A imagem latente e a química do processamento radiográfico. **Saúde**, v. 30, n. 1-2, p. 12-20, 2004.

RAKITA, P. E. Dentifrice fluoride. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 5, p. 677, 2004.

ROCHA, T. R. **Construção do conhecimento químico através do esporte.** 2014. 213 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

ROSENTHAL, E. **A Odontologia no Brasil no Século XX – História Ilustrada**. 1. ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2001. 441 p.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009. 95 p.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, mai./jun. 2007.

SAKAGUCHI, R. L.; POWERS, J. M. **Craig – Materiais Dentários Restauradores**. Trad. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SAMPAIO, F. C. **Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: proposta de situação de ensino e aprendizagem em química**. 2014. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2014.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa no ensino de Química e a importância da Química Nova na Escola. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 49-54, 2004.

SILVA, F. W. G. de P.; QUEIROZ, A. M.; FREITAS, A. C.; ASSED, S. Utilização do Ionômero de Vidro em Odontopediatria. **Odontologia Clínico-Científica**, v. 10, n. 1, p. 13-17, jan./mar. 2011.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Contextualização no ensino de ciências: significados e epistemologias. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (Org.) **Tópicos em ensino de Química**. 1. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014, p. 15-36.

SILVA, R. R.; FERREIRA, G. A. L.; BAPTISTA, J. A.; DINIZ, F. V. A Química e a conservação dos dentes. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 13, p. 3-8, maio 2001.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES / UNIMEP, 2000. 182 p.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 14, 2008. Curitiba: UFPR, 2008.

SOBRAL, L. G. S.; GRANATO, M. **Recuperação de prata de fixadores fotográficos**. **Ministério das Minas e Energia**, Centro de Tecnologia Mineral, Convênio DNPM/CPRM, Série Tecnologia Mineral, nº 29, Seção Metalurgia Extrativa, nº 12, Brasília, 1984. Disponível em: www.cetem.gov.br/.../338_9d38d27c1f837f88c070e3680b169bc6 . Acesso em 22 nov. 2015.

SOBRAL, M. A. P.; LUZ, M. A. A. C.; GAMA-TEIXEIRA, A.; GARONE NETTO, N. Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 406-410, out./dez. 2000.

STANKIEWCZ, A.; COLOMBELLI, C. M.; GONÇALVES, T. S.; FORTES, C. B. B.; MUNERATO, M. C.; SAMUEL, S. M. W. Avaliação das propriedades do cimento de óxido

de zinco e isoeugenol, **Revista Faculdade de Odontologia**, Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 14-20, dez. 2000.

STORGATTO, G. A.; BARIN, C. S. Erosão dental por dieta ácida: uma abordagem da saúde bucal no ensino médio. In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química , 33., 2013, Ijuí. **Anais eletrônicos do 33º EDEQ**. Ijuí: Unijuí, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2828>. Acesso em 04 ago. 2015.

STORGATTO, G. A.; BRAIBANTE, M. E. F.; DURAND, A. M. Saúde Bucal e Minerais: investigando o processo de erosão dental. In: XXI Encontro de Química da Região Sul, 2014, Maringá. **Anais eletrônicos do XXI SBQ Sul**. Maringá: UEM, 2014. Disponível em: <<http://www.sites.uem.br/sbqsul>>. Acesso em 04 ago. 2014.

TREVISAN, M. C. **Saúde Bucal como Temática para um Ensino de Química Contextualizado**. 2012. 123 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

VASCONCELOS, F. M. N.; VIEIRA, S. C. M.; COLARES, V. Erosão Dental: diagnóstico, prevenção e tratamento no âmbito da saúde bucal. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 14, n 1, p. 59 - 64, 2010.

VOGEL, M.; MARI, C. F. A experimentação no ensino de química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (Org.) **Tópicos em ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 37-62.

WHELTON, H. Introdução: anatomia e fisiologia das glândulas salivares. In: EDGAR, M.; DAWES, C.; O'MULLANE, D. **Saliva e Saúde Bucal - Composição, Funções e Efeitos Protetores**. 3. ed. São Paulo: Santos, 2010. 146 p. Tradução de Nilson D. Martello.

WOLLMANN, E. M. **A temática atmosfera como ferramenta para o ensino de Química**. 2013. 159 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

ZAPPE, J. A. **Agrotóxicos no contexto químico e social**. 2011. 135 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL (1ª ETAPA)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE



Caro(a) estudante, este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao respondê-lo contribuirá para esta pesquisa. Não se preocupe, **sua identidade não será divulgada.**

Desde já agradecemos sua importante contribuição.

Nome: _____ **Idade:** _____

1. Das disciplinas que você estuda na escola, qual a que você mais gosta? E a que menos gosta?

2. Você consegue perceber alguma relação entre a sua disciplina preferida e a sua rotina? Se sim, em quais situações?

3. Você já fez atividades experimentais na disciplina de Química? Se sim, elas foram importantes para você? Comente.

4. Você já fez uma consulta ao dentista?
() Sim () Não
5. Se você respondeu que sim na questão anterior, assinale os procedimentos que você precisou passar:
() Anestesia
() Restauração devido a uma cárie
() Tratamento de canal
() Raio X
() Limpeza com ou sem aplicação de Flúor
() Clareamento
() Outro (qual?) _____
6. Você acha que podemos relacionar a Química com a Odontologia? Por quê?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO INICIAL (2ª Etapa)

Caro(a) estudante, este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao respondê-lo contribuirá para esta pesquisa. Não se preocupe, **sua identidade não será divulgada.**

Desde já agradecemos sua importante contribuição.

Nome: _____ **Idade:** _____

- Do que você acha que são constituídos os nossos dentes? Existem elementos químicos neles? Quais?

- Para identificação de “placa dentária” pode ser utilizada uma **solução 0,61% de pararosanilina**, um corante de coloração vermelha. O que você acha que significa **solução**?

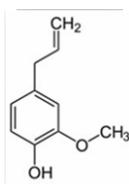
- Você já ouviu falar em cárie e erosão dental? Se sim, o que você lembra?

- Como você costuma fazer sua higiene bucal (passo a passo)? Quantas vezes ao dia?

- Você acha que o Flúor pode “fortalecer” nossos dentes? Como isso acontece?

- Afirmado que o **pH** em nossa boca tem valor em torno de **7,0** queremos dizer que o meio bucal é () ÁCIDO () NEUTRO ou () BÁSICO?
- Uma certa bebida tem **pH** em torno de **2,9**. Você acha que ela é () ÁCIDA () NEUTRA ou () BÁSICA? Haverá algum problema se consumirmos essa bebida frequentemente?

- Esta é a estrutura do Eugenol, utilizado para certos tipos de restaurações dentárias. Quais as funções orgânicas que você consegue identificar na estrutura?



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL (2ª Etapa)

Caro(a) estudante, este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao respondê-lo contribuirá para esta pesquisa. Não se preocupe, **sua identidade não será divulgada.**

Desde já agradecemos sua importante contribuição.

Nome: _____ Idade: _____

1. Do que você acha que são constituídos os nossos dentes? Existem elementos químicos neles? Quais?

2. O que você acha que significa **solução aquosa 0,61% de pararosanilina**? Em uma solução, como você explica **soluto e solvente**?

3. Agora que já estudamos os processos de cárie e erosão dental, você sabe explicar a diferença entre elas? Quais as explicações químicas envolvidas?

4. Você já havia assistido a alguma palestra com profissional da área de odontologia?

() **Sim** () **Não**

Você considera importante a palestra que tivemos apresentada pela prof^a Luana, do curso de Odontologia da UFSM? () **Sim** () **Não**

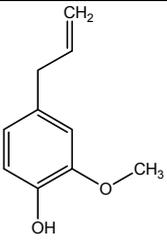
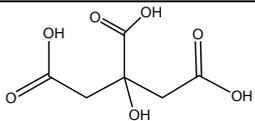
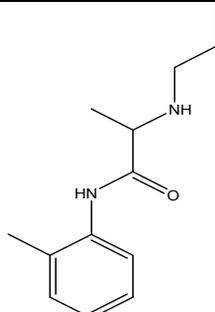
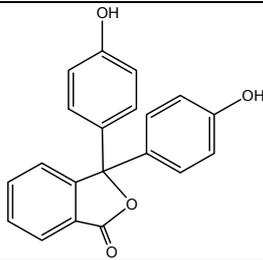
Alguma das orientações de saúde bucal explicadas por ela você pretende acrescentar a seus hábitos? Qual(is)?

5. Você acha que o Flúor pode “fortalecer” nossos dentes? Como isso acontece?

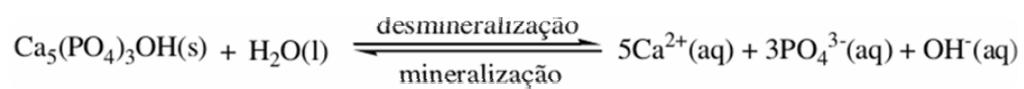
6. Afirmado que o **pH** em nossa boca tem valor em torno de **7,0** queremos dizer que o meio bucal é () **ÁCIDO** () **NEUTRO** ou () **BÁSICO**? A saliva tem algum papel em relação ao **pH** do nosso meio bucal?

7. Uma certa bebida tem **pH** em torno de **2,9**. Você acha que ela é () **ÁCIDA** () **NEUTRA** ou () **BÁSICA**? Haverá algum problema se consumirmos essa bebida frequentemente?

8. Quais as funções orgânicas que você consegue identificar nas estruturas? Circule e escreva.

9. O que você entende pela reação de equilíbrio abaixo?

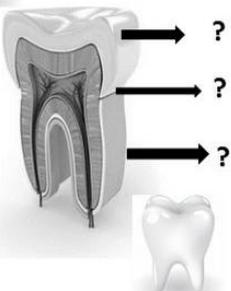


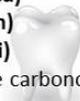
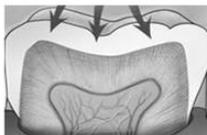
APÊNDICE E – TABELA DOS MATERIAIS RESTAURADORES

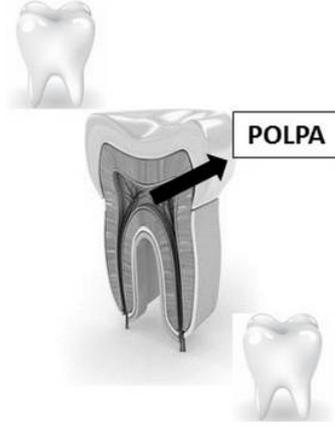
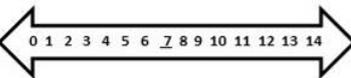
Eugenol + ZnO (óxido de Zn)	Cimento de ionômero de vidro (CIV)	Amálgama de Hg (Mercúrio)	Resina

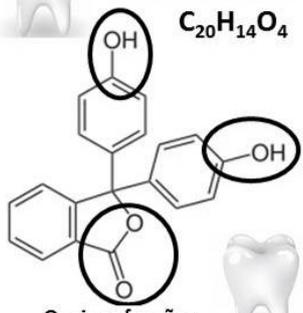
APÊNDICE F – JOGO DIDÁTICO “TRINCAS QUÍMICAS DA EROÇÃO DENTAL”

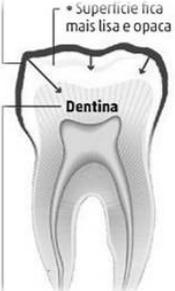
 <p>$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$</p> <p>HIDROXIAPATITA</p> 	 <p>A HIDROXIAPATITA é um mineral presente no ESMALTE dos nossos dentes, na forma de cristais. Aliás, qual <u>a função</u> do esmalte?</p> 	 <p>A função do ESMALTE...</p> <p>É proteger a coroa do dente e outros tecidos, que são mais sensíveis.</p> 
---	---	--

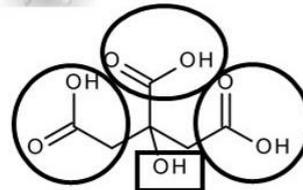
 <p>ANATOMIA DENTAL</p>  	 <p>Coroa (protegida pelo esmalte)</p> <p>Colo (como uma linha divisória das partes acima e abaixo da gengiva)</p> <p>Raiz (fixa o dente ao osso)</p> 	 <p>ANATOMIA DENTAL</p> <p>Estuda a forma dos dentes, faz com que possamos entender suas semelhanças e diferenças e as partes que os compõe.</p> 
---	---	--

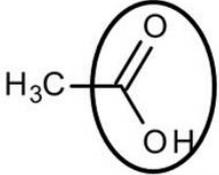
 <p>ESMALTE</p> <p>Material inorgânico do esmalte</p> <ul style="list-style-type: none"> Cálcio (Ca) Fósforo (P) Magnésio (Mg) Sódio (Na) Potássio (K) Flúor (F) Enxofre (S) Cobre (Cu) Zinco (Zn) Silício (Si) Óxido de carbono (CO) 	 <p>Composição do ESMALTE do dente:</p> <p>2,3% água</p> <p>1,7% de <u>matéria orgânica</u></p> <p>96,0% de <u>matéria inorgânica</u></p> <p>No material inorgânico estão... (????)</p> 	 <p>O ESMALTE é o tecido mais mineralizado e resistente do corpo.</p>  
---	--	---

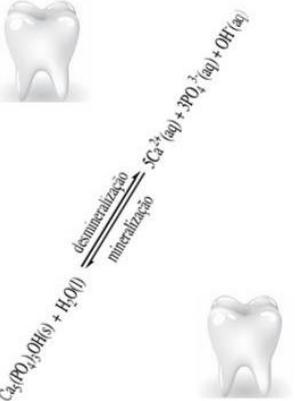
	 <p>A dentina é responsável pela cor de nossos dentes. Conduz estímulos de sensibilidade e dor para a polpa.</p> 	 <p>A dentina fica exposta quando ele está em estado avançado de erosão, causando sensibilidade/dor.</p> 
	 <p>Esta é a parte do dente que contém o nervo e vasos sanguíneos. Responsável pela “vitalidade” do dente e sua sensibilidade.</p> 	 <p>A polpa é removida no caso de um tratamento de canal. Então, o hidróxido de cálcio Ca(OH)₂ pode ser utilizado durante o tratamento.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Auxilia na remineralização</p> </div> 
 <p style="text-align: center;">Escala de pH</p> <div style="text-align: center;">  </div> 	 <p>A partir dessa escala é possível comparar valores de pH obtidos em análise, por exemplo, com o papel indicador que utilizamos em sala de aula.</p> <p><u>Até 7,0: ÁCIDO</u> <u>Exatamente 7,0: NEUTRO</u> <u>Acima de 7,0: BÁSICO</u></p> 	 <p>Na escala de pH, o valor que corresponde ao nosso meio bucal é em torno de 7,0. Nossa saliva tem a função TAMPÃO, ou seja, de mantê-lo assim, neutro.</p> 

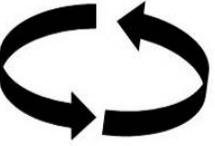
 <p>Fenolftaleína $C_{20}H_{14}O_4$</p>  <p>Quais as funções orgânicas destacadas?</p> 	 <p>FENOL</p> <p>ÉSTER</p> 	 <p>É um indicador de pH. Em soluções ÁCIDAS é incolor. Em soluções BÁSICAS pode apresentar a coloração de rosa claro a roxo.</p> 
--	--	---

 <p>Bebidas erosivas</p> <table border="1" data-bbox="375 873 566 1164"> <thead> <tr> <th>Bebida</th> <th>pH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Refri limão</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>Vinho branco</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>Refri cola</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>Chá preto limão</td> <td>3,0</td> </tr> </tbody> </table> 	Bebida	pH	Refri limão	4,0	Vinho branco	3,0	Refri cola	4,0	Chá preto limão	3,0	 <p>As bebidas potencialmente erosivas para nossos dentes apresentam pH inferior a 5,5. A ingestão frequente dessas bebidas pode levar ao desgaste do ESMALTE, causando EROSÃO DENTAL (encontre essa carta...)</p> 	 <p>Erosão dental</p>  <p>Dentina</p> 
Bebida	pH											
Refri limão	4,0											
Vinho branco	3,0											
Refri cola	4,0											
Chá preto limão	3,0											

 <p>ÁCIDO CÍTRICO $C_6H_8O_7$</p>  <p>Quais as funções orgânicas destacadas?</p> 	 <p>ÁCIDO CARBOXÍLICO</p> <p>ÁLCOOL</p> 	 <p>O ácido cítrico está presente em bebidas como refrigerante de limão, suco de laranja e chás (por exemplo o chá preto com limão).</p> 
--	---	--

 <p>ÁCIDO ACÉTICO $C_2H_4O_2$</p>  <p>Qual a função orgânica destacada?</p> 	 <p>ÁCIDO CARBOXÍLICO</p> 	 <p>O ácido acético está presente em vinhos e vinagres, ocasionando um pH ácido.</p> 
---	---	---

 <p>EQUILÍBRIO QUÍMICO</p> 	 <p>Na nossa boca, a todo instante temos a reação de EQUILÍBRIO:</p> <p>MINERALIZAÇÃO E DESMINERALIZAÇÃO DA HIDROXIAPATITA</p> 	  <p>$Ca_5(PO_4)_3OH(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons 5Ca^{2+}(aq) + 3PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$</p> <p>desmineralização (upward arrow) mineralização (downward arrow)</p> 
--	--	--

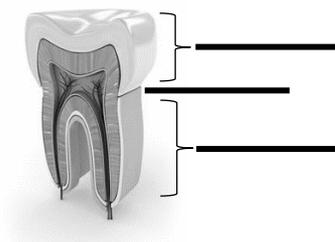
 <p>CARTA CORINGA</p>   	  <p>Todos os jogadores trocam suas cartas com o jogador da direita! Mostre essa carta a todos!</p> 	  <p>Mostre essa carta ao seu colega à direita. A jogada dele nesta rodada está bloqueada! Depois, tire essa carta do jogo!</p> 
---	---	---

  <p>Mostre essa carta ao seu colega à esquerda. A jogada dele nesta rodada está bloqueada! Depois, tire essa carta do jogo!</p> 	  <p>Todos os jogadores trocam suas cartas com o jogador da esquerda! Mostre essa carta a todos!</p> 
--	--

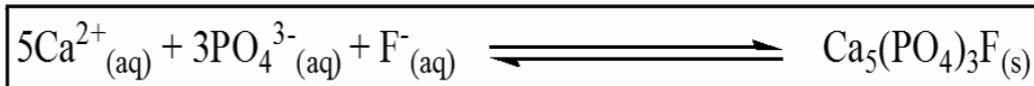
APÊNDICE G – QUESTÕES DE REVISÃO

Questões de revisão

1. Se analisarmos a anatomia do nosso dente, podemos dividi-lo em:



2. O **esmalte** do dente é 96% constituído de material inorgânico. Nele, encontramos cristais de _____, cuja fórmula molecular é $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.
3. Quando usamos certos cremes dentais, exagatórios bucais e o próprio flúor em gel que contém **Flúor**, esse equilíbrio ocorre:



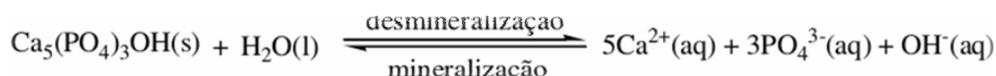
O mineral formado é a _____, que é mais resistente ao ataque de ácidos.

4. O consumo frequente de algumas bebidas, como: refri de limão e cola, suco de laranja, chá preto com limão, vinhos e também algumas frutas cítricas podem causar um problema de saúde bucal, chamado: _____. Essas bebidas apresentam **pH** _____ do que **7,0**, por isso são consideradas () ácidas () neutras () básicas.
5. Qual a função da saliva com relação ao **pH** do nosso meio bucal?

6. O hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é utilizado pelos dentistas para preencher cavidades e auxiliar na remineralização. Sua fórmula molecular indica que é uma base ou ácido?

7. Você já havia participado de algum jogo durante as aulas? Quanto ao jogo “A Química na Odontologia”, você considera que auxiliou na revisão do conteúdo visto até agora? Se tiver alguma sugestão para o jogo, será importante!

8. O que você entende pela reação abaixo?



APÊNDICE H – EXERCÍCIO SOBRE SOLUÇÕES

Nome: _____

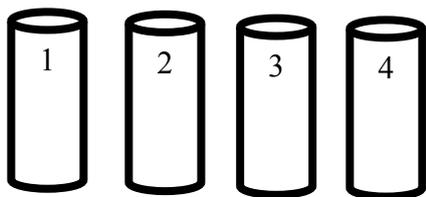
Atividade da aula de revisão sobre “SOLUÇÕES” do projeto “A Química na Odontologia”

O dentista Luís Francisco Pereira da Silva é amigo da turma e precisa da nossa ajuda! Ele quer diluir uma solução de Fluoreto de Sódio (NaF) que comprou na farmácia, para fazer alguns testes.

Ajude o nosso amigo dentista nessa tarefa!

Saiba que ele tinha inicialmente uma solução de NaF a 2 %. Conforme consta no rótulo ao fim desta folha.

Isso significa que, em 100 mL dessa solução havia _____ gramas de Fluoreto de Sódio (NaF).



TODOS OS TUBOS contém o volume de 10 mL de SOLUÇÃO.

Tubo 1: 10 mL da solução 0,2% (amostra inicial)

Tubo 2: 5 mL de água + 5 mL da amostra inicial

Tubo 3: 7 mL de água + 3 mL da amostra inicial

Tubo 4: 9 mL de água + 1 mL da amostra inicial

Lembre-se: para obtermos a Concentração comum, com o resultado em gramas/litro, sabemos que:

$$C = \frac{m_1}{V} \text{ (massa do soluto em gramas)/V (volume da solução em litros)}$$

Responda ao dentista Luís:

1) Qual dos tubos contém a solução mais concentrada depois de fazer as diluições: tubo 2, tubo 3 ou tubo 4?

2) Qual a concentração em g/L (gramas por litro) das amostras contidas em cada tubo?

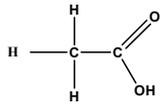
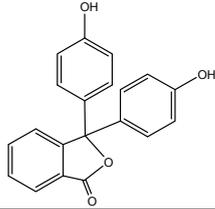
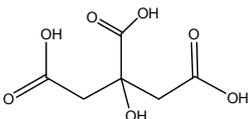
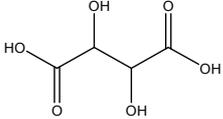
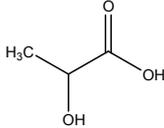
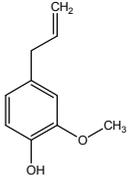
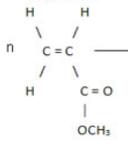
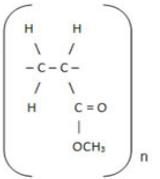
Tubo 1: _____ g/L

Tubo 2: _____ g/L

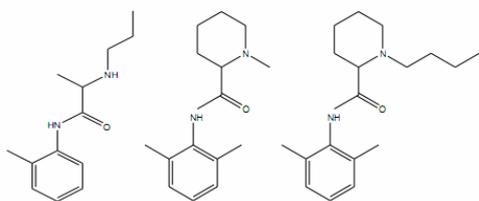
Tubo 3: _____ g/L

Tubo 4: _____ g/L

APÊNDICE I – QUESTÕES DE REVISÃO (FUNÇÕES ORGÂNICAS)

Estruturas (circular as funções orgânicas presentes)	Funções orgânicas presentes (denominar as funções)
<p>Ácido acético ($C_2H_4O_2$)</p> 	
<p>Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)</p> 	
<p>Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$)</p> 	
<p>Ácido tartárico ($C_4H_6O_6$)</p> 	
<p>Ácido láctico ($C_3H_6O_3$)</p> 	
<p>Eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$)</p> 	
<p>Monômero que forma o PMMA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Monômero</p>  <p>metacrilato de metila</p> </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="text-align: center;"> <p>Polímero</p>  <p>polimetilmetacrilato (PMMA)</p> </div> </div>	

Anestésicos (Prilocaina, Mepivacaína, Bupivacaína)



APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO INICIAL (3ª Etapa)

Caro(a) estudante, este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao respondê-lo contribuirá para esta pesquisa. Não se preocupe, **sua identidade não será divulgada.**

Desde já agradecemos sua importante contribuição.

Nome: _____ Idade: _____

1. Do que você acha que é constituído quimicamente o filme odontológico de raios X (abaixo)?



2. Escreva o que você acha que precisa ocorrer para que este filme, após colocado em nossa boca, possa ser visto assim:

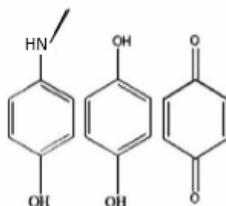


3. Você pensa que a Química está envolvida no processo de revelação de uma radiografia?
() Sim () Não - Como você acha que acontece a revelação?

4. Em uma reação de oxirredução, o que é um **agente redutor**? E um **agente oxidante**?

5. Se dissermos que a Prata (Ag) presente nos cristais do sal **AgBr** passou de **Ag⁺** para **Ag⁰**, o que ocorreu quimicamente?

6. Quais as funções orgânicas você consegue identificar nas estruturas abaixo? Circule e escreva.



APÊNDICE K – SOLUÇÕES REVELADORA E FIXADORA

Nome: _____ Data _____



APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO FINAL (3ª Etapa)

Caro(a) estudante, este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao respondê-lo contribuirá para esta pesquisa. Não se preocupe, **sua identidade não será divulgada.**

Desde já agradecemos sua importante contribuição.

Nome: _____ Idade: _____

1. Agora que já estudamos sobre a composição química do filme, como você explica a composição química do **FILME** utilizado para obter a imagem de um dente? Para quê servem os demais itens: papel escuro, folha de chumbo, embalagem plástica?



2. Agora que você já estudou o processo de revelação do filme, quais são as etapas que o **filme sensibilizado pelos raios X** passa dentro da “caixinha” para ficar assim:



- a) _____
 b) _____
 c) _____

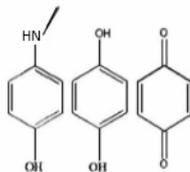
3. Em uma reação de oxirredução, o que é um **agente redutor**? E um **agente oxidante**?

4. Você estudou que na reação em que o filme é revelado, a **Prata (Ag)** dos cristais de **AgBr** passa de Ag^+ para Ag^0 . Seu **número de oxidação** () **aumentou** ou () **diminuiu**?

Ocorreu uma () **oxidação** ou () **redução**?

Por isso, o **AgBr** é considerado o **agente** () **redutor** ou () **oxidante** nesta reação?

5. Quais as funções orgânicas você consegue identificar nas estruturas abaixo? Circule e escreva.



6. Como hoje encerramos nossas atividades, gostaria que você comentasse sobre o que achou das atividades e aulas desenvolvidas nestas Oficinas. Tanto as teóricas, como experimentais, trabalhos desenvolvidos... Enfim, este é o **seu** espaço. **(Use o verso da folha).**

Agradeço muito pela sua participação!

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino

Pesquisador responsável: Mara Elisa Fortes Braibante

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/Departamento de Química

Telefone para contato: (55) 3220-8762

Pesquisadores participantes: Greyce Arrua Storgatto

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma pesquisa. Antes de concordar em participar, é importante que você entenda as informações e instruções contidas neste documento. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Caso você se recuse a participar, não será penalizado de forma alguma.

Através desta pesquisa, pretende-se avaliar as contribuições da temática “Química na Odontologia” para o ensino de Química, a partir das concepções iniciais dos participantes, nos quais você estará incluído.

No início da pesquisa será aplicado um questionário, a fim de avaliar as principais dificuldades dos alunos participantes com relação à temática e aos conceitos químicos, que serão abordados através de atividades diferenciadas, durante as Oficinas Temáticas.

Riscos:

Esta pesquisa implica em riscos mínimos, talvez certa fadiga durante a execução da parte experimental, preenchimento dos questionários ou realização de atividades. Para as atividades experimentais, você e os participantes terão orientação, acompanhamento e itens de segurança necessários.

Benefícios:

Ao fazer parte das etapas desta pesquisa, você estará inserido em um contexto que favorece a relação dos conhecimentos químicos com seu cotidiano, bem como receberá orientações com relação à saúde bucal, com o intuito de favorecer seu aprendizado de Química e sua formação cidadã.

É assegurado o sigilo com relação aos seus dados e às informações coletadas nos questionários. Também é assegurada para você a opção de retirar este consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

As informações coletadas serão utilizadas única e exclusivamente para a execução deste projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas na sala 2120, prédio 18, no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade dos pesquisadores. Após este período, os dados serão destruídos. Você poderá solicitar informações ou esclarecimentos sobre o andamento da pesquisa em qualquer momento com o professor/pesquisador responsável.

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar deste estudo, como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino”. Eu discuti com a mestrandia Greyce Arrua Storgatto sobre minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades.

Local e data _____

Nome e Assinatura do sujeito ou responsável: _____

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria _____, de _____ de 20 _____

Pesquisador responsável _____

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM - Cidade Universitária - Bairro Camobi, Av. Roraima, nº1000 - CEP: 97.105.900 Santa Maria – RS. Telefone: (55) 3220-9362 – Fax: (55)3220-8009 Email: comiteeticapesquisa@smail.ufsm.br. Web: www.ufsm.br/cep

ANEXO B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino

Pesquisador responsável: Mara Elisa Fortes Braibante

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/Departamento de Química

Telefone para contato: (55) 32208762

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos participantes desta pesquisa, cujos dados serão coletados por meio de questionários diagnósticos e produções textuais, na Escola Estadual Tancredo Neves, Santa Maria, RS. Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, para execução do presente projeto.

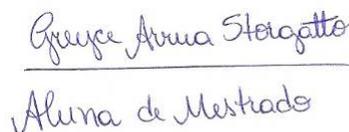
As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas na UFSM - Avenida Roraima, 1000, prédio 18, sala 2120, Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria - 97105-900 - Santa Maria - RS, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade de Mara Elisa Fortes Braibante e Greyce Arrua Storgatto. Após este período os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em 06/11/2014, e recebeu o número Caae 365406/11.7.0000.5346

Santa Maria, 06 de ABRIL de 2015.



Assinatura do pesquisador responsável.



Aluna de Mestrado

ANEXO C – DECLARAÇÃO DO PROFISSIONAL DENTISTA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Declaração do profissional cirurgião-dentista para realização de palestra em instituição de ensino

Eu, LUANA SEVERO ALVES,
cirurgião-dentista, CRO 16 583, portador do
RG 907507 9682 e do CPF 004.824.880-00,
comprometo-me a proferir uma palestra durante um encontro com as turmas de 3ª
série do Ensino Médio da Escola Estadual Tancredo Neves, na cidade de Santa
Maria, RS, em dia a ser definido, no mês de maio do ano de 2015.

Neste encontro, que faz parte de uma das etapas do projeto de mestrado intitulado “A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino”, da mestranda Greyce Arrua Storgatto, sob orientação da Profª Drª Mara Elisa Fortes Braibante, comprometo-me a palestrar a respeito de doenças bucais, higiene e formas de prevenção, a fim de informar e orientar os estudantes.

Santa Maria, 27 de Março de 2015.

Juanabonifas
Assinatura do cirurgião dentista

M. Braibante
Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Greyce Arrua Storgatto
Assinatura da pesquisadora participante (mestranda)

ANEXO D – DECLARAÇÃO DO BDPH AO CEP–UFSM



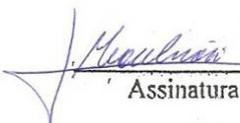
Ministério da Educação
 Universidade Federal de Santa Maria
 Centro de Ciências da Saúde
 Departamento de Odontologia Restauradora

DECLARAÇÃO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Para fins de avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o Banco de Dentes Permanentes Humanos da Universidade Federal de Santa Maria compromete-se a auxiliar pesquisadores na realização de seus projetos.

Sendo assim, após a aprovação do CEP, nossa contribuição consistirá no oferecimento de 05 incisivos, 05 pré-molares e 05 molares, totalizando 15 dentes para a execução do trabalho de pesquisa intitulado "A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino" realizado por Prayce Arina Strogatto e orientado por Mara Zelis Fertes Braibante.

Santa Maria, 30 de Outubro de 2014


 Assinatura do Coordenador

Prof. Dr. Jeferson C. Marchiori
 SIAPE - 1048002
 Coordenador

ANEXO E – TERMO DE COMPROMISSO DE CITAÇÃO



Ministério da Educação

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Ciências da Saúde

Departamento de Odontologia Restauradora

TERMO DE COMPROMISSO DE CITAÇÃO

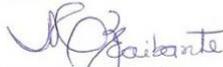
Eu, Greyce Arina Stergatto, portador do
 RG 5133154, residente à
Rua Evily Lima, 195 AP. 302, bairro Barrobi,
 cidade Santa Maria, UF RS, CEP 97105-120,
 comprometo-me com o Banco de Dentes Permanentes Humanos da Faculdade De
 Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria – RS (BDPH-UFSM) a:

1. Citar em todas as publicações o número de dentes utilizados no trabalho e que foram originários do BDPH-UFSM.
2. Enviar uma cópia do(s) trabalhos de publicações onde for mencionado o BDPH-UFSM.

Santa Maria, 30 de Outubro de 2014.

Greyce Arina Stergatto

Assinatura do Requerente

Ciente
 prof. orientadora

 Prof.ª Dr.ª Mara F. Braibante
 CRQ 05110766
 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
 UFSM

ANEXO F – TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL



TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Santa Maria, 18 março de 2015.

Ilustríssimo(a) Senhor(a),

Eu, Mara Elisa Fortes Braibante, responsável principal pelo presente projeto de mestrado, venho, através deste, solicitar vossa autorização para realizar este projeto de pesquisa na Escola Estadual Tancredo Neves, com alunos da terceira série do Ensino Médio, para o trabalho de pesquisa sob o título “A QUÍMICA NA ODONTOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO”, desenvolvido pela mestrandia Greyce Arrúa Storgatto.

Este projeto de pesquisa objetiva desenvolver atividades visando o ensino em Química, que possibilite explorar “A Química na Odontologia” - inserida no contexto da Saúde Bucal -, através de Oficinas Temáticas.

As intervenções na escola durante a realização deste projeto, bem como a análise e escrita de resultados ocorrerão no ano letivo de 2015. As atividades referentes à temática “Química na Odontologia” serão desenvolvidas e relacionadas com os conteúdos de química orgânica, na 3ª série do Ensino Médio, acrescidos de revisões de conteúdos da 1ª e 2ª séries. A coleta de dados ocorrerá através de instrumentos como questionários, exercícios e produção textual.

A participação dos sujeitos, ao responder aos questionários e participar ativamente das atividades contidas nas Oficinas Temáticas, contribuirá para sua formação cidadã e aprendizagem de Química. A qualquer momento, poderão ser solicitados esclarecimentos sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado. Os pesquisadores estão aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa.

Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de artigos científicos e assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que

comprometa o sigilo da participação dos integrantes de vossa instituição. Dados como nome, endereço e outras informações pessoais não serão, em hipótese alguma, publicados. A participação será voluntária, podendo o aluno recusar-se a participar da pesquisa.

Autorização Institucional

Eu, ANTÔNIO CARLOS BARBO SILVEIRA responsável pela Escola Estadual Tancredo Neves, declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento, como instituição co-participante desta pesquisa, poderemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição, ou ainda, a qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes desta instituição.

<i>Greice Anna Steigatto</i> Pesquisador	<i>Asilveira</i> Responsável pela instituição
---	--

M. Braibante
Orientador(a)

Antônio Carlos Barbo Silveira
Diretor
ID.: 2402572/02
D.O.E.: 28/12/12

Prof.ª Dr.ª Mara F. Braibante
CRQ 05100766
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
UFSM

C. E. TANCREDO NEVES
Decr. Cr. nº 31721 - D.O. 26/11/84
Port. Aut. Func. nº 0664 - D.O. 12/05/89
Parecer Supl. F. e MCEED 436/99 -
18.06.99 - DO 23.06.99
Port. Aut. Desig. 0216 DO 27/07/01

ANEXO G – AUTORIZAÇÃO PARA USO E TRANSPORTE DE BALANÇA



Universidade Federal de Santa Maria
 Centro de Ciências Naturais e Exatas
 Departamento de Química
 Setor de Química Analítica
 Campus Camobi, prédio 17, 2º andar, Santa Maria, RS – Brasil
 Tel.: (0xx55) 3220.8011/ 3220.9531 Fax: (0xx55) 3220.8011



Santa Maria, 12 de maio de 2015.

AUTORIZAÇÃO

Greyce Arrua Storgatto, aluna de Mestrado, matrícula UFSM 201460717, orientanda da Profa Dra. Maria Elisa Fortes Braibante SIAPE 0379561 esta autorizada a transportar uma Balança Analítica Shimadzu modelo BL320H, número de série D448902230. Este equipamento esta patrimoniado na UFSM sob número 146789 e alocado no Laboratório 1318 (Prédio 17) do Departamento de Química. O transporte se faz necessário para que a aluna possa desenvolver a parte prática de sua dissertação de mestrado na Escola Estadual Tancredo Neves nas seguintes datas 13/05; 18/05 e 25/05 de 2015. Salienta-se que o equipamento deverá retornar a UFSM no dia seguinte de sua utilização fora desta instituição.

Atenciosamente,

Prof. Osmar Damian Prestes
 Chefe do Setor de Química Analítica

CIENTE e AUTORIZADO

Prof. Dr. José Neri Gottfried Paniz
 Chefe do Departamento de Química
 CCNE/UFSM
 SIAPE nº 6382549

ANEXO H – SOLICITAÇÃO DE RADIOGRAFIAS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PPG EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Ao Chefe do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Santa Maria, Prof. Walter Blaya Perez

Assunto: utilização de aparelho de raios X para tomada radiográfica de dentes
permanentes humanos

Eu, Greyce Arrua Storgatto, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria, sob orientação da Profª Drª Mara Elisa Fortes Braibante, venho por meio deste, solicitar a utilização de aparelho de raios X, sob auxílio de monitor(a) ou professor(a), para tomada radiográfica de dentes extraídos, doados pelo Banco de Dentes Permanentes Humanos da Universidade Federal de Santa Maria (BPDH – UFSM), para execução de uma das etapas do trabalho de pesquisa intitulado “A Química na Odontologia: Contribuições para o Ensino”, após aprovação do mesmo pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSM.

Este pedido consiste em 10 radiografias, que podem ser feitas de um mesmo dente, sendo que a mestranda poderá fornecer os filmes para o procedimento. Ressalta-se que não há necessidade de os mesmos passarem pelo processo de revelação, apenas sendo sensibilizados pelos raios X.

Estas radiografias serão utilizadas em uma Oficina Temática, durante uma das intervenções que este projeto proporcionará, em turmas de 3ª série do Ensino Médio, na Escola Estadual Tancredo Neves, na cidade de Santa Maria, RS, durante o ano letivo de 2015.

Nestes termos, pede deferimento.

Santa Maria, 27 de Março de 2015.

Greyce Arrua Storgatto

Assinatura da aluna de mestrado

Mara Elisa Fortes Braibante

Assinatura da Profª Orientadora

De acordo: Walter Blaya Perez
Chefe Dept.º Estomatologia