

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

Gustavo José Sandoval Cañas

**ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE:
CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA**

SANTA MARIA, RS
2019

Gustavo José Sandoval Cañas

**ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE:
CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA**

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

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

Santa Maria, RS
2019

Cañas, Gustavo José Sandoval
Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante:
Contextualizando a Química na Escola / Gustavo José
Sandoval Cañas.- 2019.
179 p.; 30 cm

Orientadora: Mara 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, 2019

1. Ensino de Química 2. Alimentos Funcionais 3.
Temáticas 4. Kahoot 5. Antioxidantes I. Braibante, Mara
II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2019

Todos os direitos autorais reservados a Gustavo José Sandoval Cañas.
A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a
citação da fonte. E-mail: tavitosc@gmail.com

Gustavo José Sandoval Cañas

**ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE:
CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA**

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

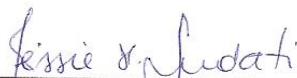
Comissão examinadora:



Mara Elisa Fortes Braibante, Dr^a. (UFSM)



Maria Rosa Chitolina Schetinger, Dr^a. (UFSM)



Jéssie Haigert Sudati, Dr^a. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2019

DEDICATORIA

Para minha amada e fiel, Leonora. Contigo a vida era cheia de diversão e alegria. Juntos sempre na busca pela liberdade. Para minha linda família cheia de nuances e peculiaridades, apesar das diferenças são o complemento deste humilde servidor. Dedico também à minha bisavó e ao meu bisavô, exemplo de trabalho, dedicação e esforço foi muito importante neste processo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer principalmente ao universo que me deu a oportunidade de surfar às imensas ondas que o mar do caos nos apresenta. Seguirei na procura por mais conhecimento.

Agradeço aos meus pais, sem à ajuda deles não estaria concretizando um dos meus maiores sonhos e objetivos de vida. Obrigado por ter trazido ao mundo este moleque calado e um pouco inquieto, sempre alegre e carinhoso. Em algum futuro, serei o que vocês foram, educadores.

Quero agradecer aos meus irmãos. Lucho valeu pelas dicas e conversas ao longo deste trajeto. Mayra, obrigado pela preocupação. Irene, agradeço as fotos e mídias da família que chegavam nos momentos precisos. Eddie, obrigado por cuidar do pai. Aos meus sobrinhos, Damiancho, Julieta e Luciana a menina “*cachalote*”. Todas suas mostras de afeto por mim fizeram que eu criasse força para a consecução deste grande objetivo. Vocês fizeram-me sorrir nos momentos difíceis.

À família Cañas e à família Sandoval, muito obrigado pelas mostras de carinho e afeto.

Como diriam na minha terra “*Dios le Pague*” rotundo e sincero para esse ser de Luz que por coincidências não tão coincidências, a vida me apresentou. Sem essa maravilhosa mulher de olho azul, nariz lindo e inteligência imensurável não tivesse concluído esta dissertação. Não quero dinheiro só quero amor sincero. Muiíssimo obrigado meu amor Laisa!

Agradeço infinitamente aos meus amigos pela sua amizade, apesar da distância que nos separa forneceram-me força e o apoio. Muito obrigado pela escuta Jossa Perigosa. Obrigado Carlos, faremos a revolução quando eu retornar. Agradeço também aos novos amigos que fiz nesta longa caminhada. Obrigado Douglas e Patrícia foi um prazer conviver com vocês meus irmãozinhos brasileiros. Roger “*Mi perro boliviano*” muito obrigado pelas infinitas vivências que me ofereceu e tua valiosa amizade. Obrigado Anissa “*Rainha de Suriname*” sem você não estaria pronta a qualificação. Felipe bom amigo muito obrigado por me mostrar o caminho quando estava perdido. Muito obrigado à Débora sem você não teria escola para à aplicação. Agradeço a Valquiria pelo carinho, preocupação e pelos cantos da Cássia Eller. Agradeço a Vanessa que me convidou para passar o natal com sua família em Teutônia. Agradeço a Leticia, sem ela não teria passado a Química Orgânica.

Um agradecimento muito especial à Professora Mara E. F. Braibante que recebeu no seu grupo de pesquisa LAEQUI um moleque estrangeiro e soube acolhe-lo. Muito obrigado pela orientação, ajuda e carinho. Levarei sempre a organização e honestidade que você demonstra no dia-a-dia.

Quero agradecer também ao Professor Hugo T. S. Braibante, muito obrigado pelo apoio e troca de ideias de conhecimento químico. Você é um grande exemplo de como ser um bom professor com um vasto conhecimento sobre a Química.

Agradeço aos colegas do LAEQUI: Ana Carolina, Ângela, Arlete, Édila, Maurícius, Michelle, Thaís, Valesca e Vânia. Obrigado a todos pela ajuda, apoio, conversas e trocas de conhecimento nestes dois anos.

Quisera agradecer também à Supervisora Margarete e à Vice-diretora Fernanda da Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa pela ajuda fornecida durante a aplicação. Bem como às professoras de Química Cileia e Ivoni, muito obrigado por me permitirem realizar minha pesquisa em suas aulas. Aos estudantes que com suas perspicácias e brincadeiras arrancavam um sorriso de mim.

À banca examinadora desta dissertação, Prof^a. Maria Rosa C. Schetinger e Prof^a. Jéssie H. Sudati, muito obrigado pelas contribuições neste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e à Organização dos Estados Americanos pela oportunidade de fazer este mestrado em solo Brasileiro.

À CAPES pela bolsa de estudos fornecida. O dinheiro ficou em terras brasileiras.

Em fim agradeço infinitamente a todos aqueles que fizeram parte, direta ou indiretamente, na consecução e realização deste trabalho.

APRESENTAÇÃO

Gostaria de apresentar brevemente o meu trajeto até iniciar esta pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde e a escolha da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” como tema principal deste trabalho.

Eu nasci em Quito, a capital do Equador. Sou formado em Química de Alimentos pela “*Universidad Central del Ecuador (UCE)*”. Após um tempo trabalhando em vários laboratórios de análises químicas no Equador, comecei meu interesse para realizar um mestrado.

Na época de faculdade tive a oportunidade de lecionar em um colégio de Ensino Médio como professor de Química. Depois de formado, lecionei na UCE como docente de Química Geral por um semestre. Esses fatos fizeram eu me apaixonar pela área da Educação, a exemplo dos meus pais que são educadores.

Em uma das minhas experiências profissionais, soube que o meu chefe do “*Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos (LSAIA)*” do “*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*” fez um estágio no Laboratório de Análises de Micotoxinas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foi ele que me incentivou a estudar para o mestrado nesta prestigiosa universidade, parafraseando-o: “Vai lá Gustavo, eles são bons na Química”. Esta foi uma grande motivação para que eu procurasse o tão desejado mestrado.

Outra das minhas experiências profissionais foi no “*Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE)*”, trabalhei na área de bio-produtos. Foi no CIBE que me envolvi com os Alimentos Funcionais, porque trabalhávamos extraíndo compostos bioativos de plantas e alimentos para desenvolver novos produtos com propriedades funcional e antioxidante.

Sempre gostei das aulas de Química e Biologia, bem como de me alimentar bem. Minha motivação por ensinar Química de uma forma não tradicional, foram os ensinamentos do LAEQUI, e minha formação, foi fundamental para desenvolver este trabalho. Acredito que este trabalho pode contribuir no ensino de Química para potencializar o processo de ensino-aprendizagem.

RESUMO

ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE: CONTEXTUALIZANDO A QUÍMICA NA ESCOLA

AUTOR: Gustavo José Sandoval Cañas
ORIENTADORA: Mara Elisa Fortes Braibante

O presente trabalho utilizou a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” como tema gerador de conhecimentos químicos e científicos para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Teve-se por objetivo avaliar as implicações pedagógicas em relação aos conceitos químicos envolvidos nesta temática. A metodologia da pesquisa é caracterizada por ser predominantemente qualitativa e de caráter exploratório, foi desenvolvida em duas etapas: a primeira consistiu-se em um levantamento bibliográfico sobre publicações que versavam sobre a temática na busca de subsídios teóricos e metodológicos para o planejamento das intervenções a serem desenvolvidas em sala de aula; a segunda etapa consistiu-se na aplicação em sala de aula mediante duas oficinas temáticas estruturadas nos três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) utilizando atividades experimentais e estudo de caso. Os sujeitos participantes foram estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria-RS-Brasil. Os dados obtidos foram coletados mediante instrumentos como questionários, *Quiz* (aplicativo *Kahoot*), atividades experimentais e estudo de caso, e foram analisados por meio da análise textual discursiva. De acordo com os resultados analisados, concluiu-se que a temática utilizada nesta pesquisa forneceu aos estudantes um auxílio para o entendimento dos conteúdos científicos tais como funções orgânicas e oxidação-redução. Os estudantes relacionaram a Química com a vida cotidiana e os Alimentos Funcionais. Mostraram também grande motivação pelas atividades principalmente pelas experimentais e pelo jogo com o aplicativo *Kahoot*. Assim, pode-se concluir que a temática utilizada aliada às atividades diferenciadas, proporcionou um ensino mais contextualizado em favor da aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de química. Alimentos funcionais. Temáticas. *Kahoot*.

ABSTRACT

FUNCTIONAL FOOD AND ITS ANTIOXIDANT POTENTIAL: CONTEXTING CHEMISTRY IN SCHOOL

AUTHOR: Gustavo José Sandoval Cañas

ADVISOR: Mara Elisa Fortes Braibante

The present work used the theme "Functional Foods and their Antioxidant Potential" as the theme generating chemical and scientific knowledge to contribute to the teaching-learning process. The objective of this study was to evaluate the pedagogical implications of the chemical concepts involved in this topic. The research methodology is characterized by being predominantly qualitative and exploratory in nature. It was developed in two stages: the first consisted of a bibliographical survey about publications that dealt with the theme in the search for theoretical and methodological subsidies for the planning of interventions to be developed in the classroom; the second stage consisted of the application in the classroom through two thematic workshops structured in the three pedagogical moments (initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge) using experimental activities and case study. Participating subjects were third-year high school students from a public school in the city of Santa Maria-RS-Brazil. Data were collected using instruments such as questionnaires, quiz (Kahoot application), experimental activities and case study, and were analyzed through discursive textual analysis. According to the results analyzed, it was concluded that the thematic used in this research provided the students with an aid to the understanding of scientific contents such as organic functions and oxidation-reduction. Students related Chemistry to everyday life and Functional Foods. They also showed great motivation for the activities mainly by the experimental ones and by the game with the application Kahoot. Thus, it can be concluded that the theme used in conjunction with the differentiated activities, provided a more contextualized teaching in favor of student learning.

Key-words: Chemistry teaching. Functional food. Thematic. *Kahoot*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas para elaboração, aplicação e avaliação dos estudos de caso	32
Figura 2 - Estrutura dos principais compostos fenólicos	42
Figura 3 - Estrutura básica dos flavonoides.	43
Figura 4- Estrutura de certos flavonoides.....	44
Figura 5 - Estrutura do campferol, catequina e epicatequina.	44
Figura 6 – Estrutura do resveratrol.....	45
Figura 7 - Estrutura química dos carotenos	47
Figura 8 - Estrutura química das xantofilas	47
Figura 9 - Estrutura do licopeno	48
Figura 10 - Estrutura da bixina e norbixina.....	48
Figura 11 - Representações dos ácidos palmítico e oleico	50
Figura 12 - Ácidos graxos ômega 3 e 6.....	51
Figura 13 – Estruturas da amilose e amilopectina.....	53
Figura 14 – Estruturas da betaglucana, lignina e celulose	54
Figura 15 – Estrutura da inulina	57
Figura 16 – Estrutura da 1-ketose	57
Figura 17 – Fatores externos que afetam na produção de radicais livres	60
Figura 18 – Desequilíbrio entre radicais livres e antioxidantes.....	60
Figura 19 – Estrutura da glutationa	62
Figura 20- Estrutura dos tocoferóis	63
Figura 21- Estrutura da vitamina E (alfa-tocoferol).....	64
Figura 22 – Mecanismo de ação do alfa-tocoferol.....	64
Figura 23 – Formação de ligações hidrogênio intramoleculares em fenóis orto substituídos	65
Figura 24 – Mecanismo de captação de radicais por moléculas de carotenoide	65
Figura 25 – Mecanismo de sequestro de radicais	66
Figura 26 - Caminho metodológico da pesquisa	67
Figura 27 - Sexo dos participantes.....	72
Figura 28 - Faixa etária dos participantes	72
Figura 29 - Estudantes jogando o aplicativo <i>Kahoot</i>	76
Figura 30 - Alimentos fornecidos para leitura dos rótulos	78
Figura 31 - Estudantes realizando a leitura de rótulos	79
Figura 32 - <i>Kit</i> de materiais e reagentes	80
Figura 33 - Identificação de duplas ligações no azeite de oliva.....	81
Figura 34 - Identificação de aldeídos nos chás	81
Figura 35 - Identificação de polifenóis no suco de caju	82
Figura 36 - Estudantes realizando a atividade experimental	83
Figura 37 - Estudantes jogando o aplicativo <i>Kahoot</i>	84
Figura 38 - Estudantes realizando a leitura dos textos.....	85
Figura 39 - Explicação do funcionamento das <i>lighsticks</i>	87
Figura 40 - Esquema reacional no processo de emissão de luz nas <i>lighsticks</i>	88
Figura 41 - <i>Kit</i> para a análise da capacidade antioxidante	90
Figura 42 - Estudantes realizando a análise da capacidade antioxidante	90
Figura 43 - Estudantes durante a resolução do estudo de caso	91
Figura 44 – Representação percentual da abordagem dos artigos.....	96
Figura 45 – Representação percentual da categoria público alvo.....	97
Figura 46 – Categorias do fichamento	98

Figura 47 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 1 e 2.....	101
Figura 48 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 4 e 5.....	105
Figura 49 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 6 e 7.....	110
Figura 50 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas às perguntas 4 e 7.	116
Figura 51 - Questionário final sobre AF, número de respostas às perguntas 1 e 4.	118
Figura 52 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas da pergunta 5 do.	121
Figura 53 - Questionário final sobre AF, número de respostas às perguntas 2 e 3 do	122
Figura 54 - Questionário inicial sobre leitura de rótulos, número de respostas à pergunta 1	124
Figura 55 - Número de acertos na identificação de funções orgânicas (<i>Quiz</i> inicial)	129
Figura 56 - Número de acertos na identificação de funções orgânicas (<i>Quiz final</i>).	130
Figura 57 - Comparação entre acertos e erros do <i>Quiz</i> inicial e final de funções orgânicas.....	131
Figura 58 - Número de respostas corretas no <i>Quiz</i> inicial e final sobre AOX e RL .	137
Figura 59 - Acertos e erros no <i>Quiz</i> inicial e final sobre AOX e RL	138
Figura 60 - Número de respostas corretas no <i>Quiz</i> inicial e final sobre oxidação e redução	139
Figura 61 - Acertos e erros no <i>Quiz</i> inicial e final sobre oxidação e redução	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa LAEQUI	24
Quadro 2 – Tópicos e conteúdos de química relacionados com a temática	28
Quadro 3 - Abordagens de atividades experimentais.....	34
Quadro 4 - Substâncias bioativas presentes nos alimentos funcionais.....	40
Quadro 5 – Fontes principais de compostos fenólicos	45
Quadro 6 - Principais fontes de carotenoides.....	49
Quadro 7 - Principais fontes de ácidos graxos	52
Quadro 8 – Microrganismos empregados em alimentos probióticos.....	59
Quadro 9 – Espécies reativas de oxigênio (ROS)	61
Quadro 10 – Classificação do Qualis segundo a CAPES das revistas consultadas .	69
Quadro 11 – Descrição das intervenções	73
Quadro 12 - Estudo de caso.....	89
Quadro 13 - Etapas da análise textual discursiva	93
Quadro 14 – Exemplo de ficha	98
Quadro 15 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 1.....	101
Quadro 16 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 2.....	102
Quadro 17 - Questionário geral final, respostas da pergunta 1	103
Quadro 18 - Questionário geral final, respostas da pergunta 2.....	104
Quadro 19 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 4.....	106
Quadro 20 – Questionário geral inicial, comentários da pergunta 5.....	107
Quadro 21 - Questionário geral final, repostas da pergunta 3.....	108
Quadro 22 - Questionário geral final, respostas à pergunta 4.....	109
Quadro 23 - Questionário geral inicial, respostas da pergunta 6.....	111
Quadro 24 - Questionário geral inicial, respostas da pergunta 7.....	112
Quadro 25 - Questionário geral final, respostas a pergunta 5.....	113
Quadro 26 - Questionário geral final, respostas da pergunta 6.....	113
Quadro 27 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas das questões 4 e 7	117
Quadro 28 - Questionário final sobre AF, respostas às pergunta 1 e 4.....	119
Quadro 29 - Questionário inicial sobre AF, respostas da pergunta 5.....	121
Quadro 30 - Questionário final sobre AF, respostas das perguntas 2 e 3.....	123
Quadro 31 - Questionário inicial da leitura de rótulos, respostas da pergunta 1	125
Quadro 32 - Questionário final da leitura de rótulos, respostas da pergunta 1	125
Quadro 33 - Questionário final da leitura de rótulos, respostas da pergunta 4	126
Quadro 34 - Questionário final da leitura de rótulos respostas da pergunta 5	127
Quadro 35 - Explicações dos experimentos desenvolvidos	133
Quadro 36 - Resolução do estudo de easo	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A. C.	Antes de Cristo
AF	Alimentos Funcionais
AOX	Antioxidantes
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCNT	Doenças Crônicas não Transmissíveis
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, tecnologia e sociedade
ERO	Espécies reativas de oxigênio
EUA	Estados Unidos da América
FOSHU	<i>Food for Specified Health Use</i>
JCE	<i>Journal of Chemical Education</i>
LAEQUI	Laboratório de Ensino de Química
MEC	Ministério de Educação
MP	Momento Pedagógico
OEA	Organização dos Estados Americanos
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
RBEQ	Revista Brasileira de Ensino de Química
REC	Revista Enseñanza de las Ciencias
RL	Radicais Livres
QNEsc	Revista Química Nova na Escola

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GERAL INICIAL DA PESQUISA	155
APÊNDICE B – QUIZ SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS	155
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO INICIAL DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA....	156
APÊNDICE D - INFOGRÁFICO SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS	157
APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO INICIAL SOBRE LEITURA DE RÓTULOS DE ALIMENTOS.....	158
APÊNDICE F - INFOGRÁFICO SOBRE LEITURA DE RÓTULOS	159
APÊNDICE G - INFOGRÁFICO SOBRE ALIMENTOS, DIET E LIGHT	160
APÊNDICE H - TABELA PARA COMPARAÇÃO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS, LIGHT E DIET	161
APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO FINAL SOBRE LEITURA DE RÓTULOS NOS ALIMENTOS.....	162
APÊNDICE J - ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA	163
APÊNDICE K - QUESTIONÁRIO FINA DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA	165
APÊNDICE L - QUIZ DA SEGUNDA OFICINA TEMÁTICA SOBRE ANTIOXIDANTES E RADICAIS LIVRES	166
APÊNDICE M - QUIZ DA SEGUNDA OFICINA TEMÁTICA SOBRE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO	167
APÊNDICE N - TEXTO PARA LEITURA "OS VELHOS DE CHERNOBYL"	168
APÊNDICE O - TEXTO PARA LEITURA "O ELIXIR DA JUVENTUDE"	169
APÊNDICE P - ESTUDO DE CASO	170
APÊNDICE Q - ESTUDO DIRIGIDO	171
APÊNDICE R - SUBSÍDIOS PARA RESOLUÇÃO DO CASO	172
APÊNDICE S - QUESTIONÁRIO GERAL FINAL DA PESQUISA.....	173
APÊNDICE T - CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS ANALISADOS	175

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	18
CAPÍTULO 1. TEMÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	22
1.1. Temáticas: uma breve abordagem	22
1.2. A temática Alimentos Funcionais (AF): sua importância no ensino	25
1.3. Conteúdos de Química relacionados à temática	27
1.4. Metodologias de Ensino	29
1.4.1. Oficina temática.....	29
1.4.2. Estudo de casos	30
1.4.3. Atividades Experimentais	33
1.4.4. Kahoot (TIC).....	36
1.4.4.1. <i>Como jogar com o Kahoot?.....</i>	36
CAPÍTULO 2. ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE..	38
2.1. O que é considerado como alimento funcional?.....	38
2.2. Conceito de alimento funcional (AF)	38
2.3. Classificação das substâncias bioativas dos AF	40
2.3.1. Principais compostos bioativos	41
2.3.1.1. <i>Compostos fenólicos</i>	42
2.3.1.2. <i>Carotenoides</i>	46
2.3.1.3. <i>Ácidos Graxos</i>	49
2.3.1.4. <i>Fibra Alimentar</i>	52
2.3.1.5. <i>Prebióticos e Probióticos</i>	56
2.4. Antioxidantes e Radicais Livres.....	59
2.4.1. Estresse oxidativo e radicais livres	59
2.4.2. Moléculas antioxidantes	62
CAPÍTULO 3. CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	67
3.1. Primeira Etapa.....	68
3.1.1. Pesquisa Bibliográfica	68
3.2. Segunda Etapa.....	71
3.2.1. Contexto da pesquisa	71
3.2.2. Desenvolvimento das Intervenções.....	73
3.2.2.1. <i>Apresentação da proposta</i>	75
3.2.2.2. <i>Oficina temática: Alimentos Funcionais, sua composição e seus benefícios.....</i>	75
3.2.2.3. <i>Oficina temática: Antioxidantes e radicais livres.....</i>	84
3.2.2.4. <i>Encerramento.....</i>	91
3.2.3. Instrumentos para coleta de dados	92
3.2.4. Metodologia de análise dos resultados.....	92
CAPÍTULO 4. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.	94
4.1. Primeira Etapa.....	94
4.1.1. Pesquisa Bibliográfica em revistas de ensino de Química	94
4.2. Segunda etapa	99
4.2.1. Apresentação e encerramento das atividades	100
4.2.1.1. <i>Concepções e opiniões sobre as aulas e os conteúdos de Química</i>	100
4.2.1.2. <i>Atividades diferenciadas na escola</i>	104
4.2.1.3. <i>Relação entre a química e a vida cotidiana.....</i>	110
4.2.2. Análise do desenvolvimento da oficina temática “Alimentos Funcionais, sua composição e seus benefícios”	114

4.2.2.1. <i>Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre AF</i>	115
4.2.2.1.1. <i>Concepções sobre AF</i>	115
4.2.2.1.2. <i>Relação entre composição e benefícios dos AF</i>	120
4.2.2.1.3. <i>Diferenciação de AF de outros alimentos</i>	124
4.2.2.2. <i>Evolução do conhecimento químico sobre funções orgânicas</i>	128
4.2.2.3. <i>Contribuições das atividades experimentais</i>	132
4.2.3. Análise do desenvolvimento da oficina temática “Antioxidantes e Radicais livres”	135
4.2.3.1. <i>Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre Antioxidantes e Radicais Livres</i>	136
4.2.3.2. <i>Evolução do conhecimento químico sobre oxidação-redução</i>	138
4.2.3.3. <i>Contribuições do estudo de caso</i>	141
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
BIBLIOGRAFIA	149
APÊNDICES	155

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O homem é considerado sujeito ativo em todo o processo educativo, somente ele pode ser educado. Desta forma, o objetivo principal deste processo é o melhoramento do homem, com vistas à formação de seres humanos para a sociedade e a vida em geral. O livro de Néreci (1973), *Introdução a Didática Geral* destaca:

A educação é o processo que visa capacitar o indivíduo a agir conscientemente diante de situações novas de vida, com aproveitamento da experiência anterior, tendo em vista a integração a continuidade e o progresso social, segundo a realidade de cada um, para serem atendidas as necessidades individuais e coletivas (NÉRECI, 1973, p. 10).

A Constituição da República Federativa do Brasil (2016, p. 123) ressalta que a educação “[...] deve ser promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

O processo educativo envolve dois sujeitos que desempenham um papel fundamental: o aprendiz e o professor. O professor é o ser que fomenta e guia o processo de ensino-aprendizagem. O aprendiz é o sujeito que internaliza e constrói os conhecimentos mediados pelo professor. Este processo é complexo e visa uma estreita interação entre a realidade, o aluno e o professor.

Os aspectos supracitados corroboram com as ideias do educador Paulo Freire, o qual privilegia uma educação pautada na conscientização e problematização em torno da realidade, com o intuito de estimular a participação crítica e responsável dos indivíduos nos processos educacionais, culturais, políticos e econômicos do mundo em que vivem.

Dentro dessa perspectiva, os documentos oficiais da educação brasileira, por exemplo, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006), ressaltam a importância de trabalhar os conteúdos curriculares de forma interdisciplinar e contextualizada, relacionados com o contexto social dos educandos. Desta forma, os conhecimentos adquiridos pelos estudantes podem se tornar significativos e duradouros, preparando-os para que possam pensar e agir de forma a interagir e compreender o mundo.

Nesse sentido, a Química assume um importante papel, pois é uma das áreas que mais geram conhecimento dentro das Ciências Naturais e Exatas, estudando todas as transformações da matéria que ocorrem na natureza. Lembro-me na época da Faculdade que certo professor afirmava: “A química tem relação com tudo, é como se ela fosse onipresente, está em todo lugar”. Entretanto, a compreensão e a contextualização dos seus conceitos com o cotidiano é complexa e requer muita competência e dedicação para ser ensinada, além de uma compreensão mais crítica e reflexiva por parte do estudante.

A teoria da Química é abstrata, o que a torna de difícil compreensão e interpretação. Desta forma, exige do professor a busca constante de novas metodologias para promover a aprendizagem. Chassot (1990, p. 32), destaca em seu livro: “A Química que se ensina deve ser ligada à realidade” [...] “deve preparar o cidadão para a vida, para o trabalho e para o lazer”. É dever do professor demonstrar para o estudante a relação que existe entre a realidade e os conteúdos de química ensinados na escola, por meio da utilização de metodologias que auxiliem essa contextualização.

Uma das metodologias mais comumente utilizadas para estabelecer estas relações, é a utilização de temáticas no processo de ensino e aprendizagem. A contextualização na área de ensino por meio de temáticas contribui efetivamente para gerar conhecimento químico. Além disso, facilita a compreensão e a relação do conteúdo específico de Química e o contexto social dos educandos (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014). Para Marcondes (2008), os conteúdos a serem tratados em sala de aula devem ter uma significação humana e social, para despertar o interesse no estudante e permitir uma leitura crítica do mundo físico e social.

O ensino de Química deve ser pautado por discussões que constituam a formação para a cidadania. Dentre as diversas temáticas que podem ser contextualizadas, são muito abrangentes as que tratam dos aspectos nutricionais porque dentro delas podemos trabalhar temas diversificados, como por exemplo, o consumo de alimentos e sua composição, o metabolismo humano, alimentação e dieta das pessoas, etc. Além disso, apresentam enfoques sociais e científicos que podem propiciar uma efetiva contextualização das aulas de química (FONSECA e LOGUERCIO, 2013).

A partir dessas ideias, o presente trabalho utilizou a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” relacionada ao cotidiano, com o intuito de

fomentar o interesse pelo estudo da química. Uma vez que, minha vida profissional como Químico de Alimentos contribuiu no desenvolvimento desta pesquisa.

Assim, surge à proposta de utilizar a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” com o objetivo de auxiliar o processo ensino-aprendizagem de Química. Os alimentos funcionais possuem em sua composição moléculas que auxiliam nos processos vitais do organismo, além de ter características benéficas para a saúde. Por essas razões esta temática foi utilizada nesta dissertação de mestrado.

Desta forma, sabe-se que é possível estimular a curiosidade dos estudantes para relacionar os conceitos com sua vida cotidiana. Esse aspecto corrobora com os objetivos do nosso grupo de pesquisa, Laboratório de Ensino de Química da UFSM (LAEQUI), que se dedica em estudar as implicações da inserção de temas no processo de ensino e aprendizagem. Os trabalhos desenvolvidos pelo LAEQUI se fundamentam na contextualização dos conteúdos de Química através de temáticas, dentre eles podemos citar: Alimentos, Esportes, Lixo eletrônico, Agrotóxicos, Chás, Atmosfera, Medicamentos, Estética capilar, Saúde bucal, com o intuito de pesquisar a influência desta contextualização na aprendizagem dos estudantes do ensino médio (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014).

Dentro deste contexto, surge uma pergunta norteadora que será o ponto de partida para esta pesquisa: **“Como a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Química para estudantes da terceira série do ensino médio?”**.

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar as implicações pedagógicas em relação aos conceitos químicos e a metodologia utilizada, por meio da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” no processo de ensino-aprendizagem com estudantes de uma escola de Santa Maria, propondo-se os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento bibliográfico de trabalhos que versem sobre os Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante em revistas representativas na área de ensino de Química para fornecer de subsídios teóricos e experimentais à pesquisa.
- Identificar os tipos de alimentos funcionais com base em suas composições químicas, além dos seus benefícios na alimentação e saúde.

- Explorar a composição química dos alimentos funcionais junto com seu potencial antioxidante de uma forma contextualizada com conteúdos de Química Orgânica e Inorgânica através de oficinas temáticas para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem com estudantes de terceira série de Ensino Médio.
- Avaliar a metodologia proposta na pesquisa, através de ferramentas como questionários, aplicativo *Kahoot* (app), atividades experimentais e resolução de estudo de casos.

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos:

No capítulo 1, **Temáticas no ensino de Química**, serão apresentados os referenciais teóricos sobre temáticas no ensino, bem como a relação existente entre a temática, os conteúdos a serem ensinados e as metodologias de ensino que serão utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

No capítulo 2, **Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante**, apresentamos uma revisão sobre os fundamentos teóricos que sustentam as explicações conceituais do tópico relacionado com os alimentos funcionais, bem como a classificação dos alimentos funcionais baseada na composição química e seus benefícios para a saúde. Também neste capítulo descrevemos os principais conceitos de antioxidantes e radicais livres, o estresse oxidativo que produzem os radicais livres e a função dos antioxidantes no processo de oxidação.

No capítulo 3, **Metodologia da Pesquisa**, apresentamos o caminho percorrido na pesquisa, bem como serão apresentados os instrumentos utilizados na coleta de dados, uma breve descrição das intervenções e a metodologia utilizada para analisar os resultados.

No capítulo 4, **Análise e discussão dos resultados**, refere-se aos resultados obtidos e à análise desses dados.

No capítulo 5, **Considerações Finais**, apresentamos uma retomada das atividades desenvolvidas neste trabalho, bem como uma reflexão sobre os objetivos atingidos para responder o nosso problema de pesquisa.

Por fim, encerra-se a presente pesquisa com a apresentação das referências bibliográficas e dos materiais complementares, tais como: questionários iniciais e questionários finais, atividades experimentais, questionários (*Quiz*) com o aplicativo *Kahoot*, o estudo de caso e a caracterização dos artigos analisados.

CAPÍTULO 1. TEMÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Esse capítulo destina-se a apresentar uma breve revisão sobre a utilização de temáticas no ensino de Química, bem como os principais documentos oficiais que norteiam a educação brasileira.

1.1. Temáticas: uma breve abordagem

Na educação brasileira existem diversos documentos oficiais que orientam o professor no desenvolvimento das práticas pedagógicas em sala de aula. O Ministério de Educação (MEC), por meio do guia de apoio ao professor e com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) possibilitam a escolha de mecanismos para elaborar uma aula mais diversificada (ALBUQUERQUE, M. V. et al., 2012). Os PCN fornecem temas que podem subsidiar a contextualização dos conteúdos no ensino fundamental e médio.

Desta forma, os conteúdos das disciplinas podem ser fundamentados em temas transversais que abordam problemáticas sociais e da atualidade. Por exemplo, existem vários temas relevantes na área de Ciências da Natureza:

- Ética
- Pluralidade cultural
- Meio ambiente
- Saúde
- Orientação sexual
- Trabalho e consumo

Além dos PCN, existem outros documentos que foram elaborados com a finalidade de proporcionar alternativas didáticas e pedagógicas na organização do trabalho dos professores. Por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM) em três versões (2000, 2002, 2006) e foram publicados para proporcionar o desenvolvimento de competências nos estudantes, relacionando os conteúdos químicos com temas estruturadores.

Os PCNEM (2002) recomendam desenvolver as seguintes competências no ensino de Química:

- *Representação e comunicação*: leitura, interpretação e representação de códigos e nomenclatura.
- *Investigação e compreensão*: uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos.
- *Contextualização sociocultural*: utilizar o conhecimento adquirido nos diferentes setores da sociedade (político, econômico, social, cultural e tecnológico).

Os PCNEM consideram inicialmente os conhecimentos prévios dos estudantes adquiridos em suas experiências de vida, para uma posterior reformulação de ideias na construção do saber interligado às diversas áreas de conhecimento (BRASIL, 2000). Assim, o professor é responsável pela busca de estratégias metodológicas de acordo com as vivências no ambiente escolar.

Consideramos fundamental e oportuno discutir outro documento que complementa os pressupostos educacionais abordados nos PCN. As Orientações Educacionais Complementares (PCN+), em que se destacam argumentos sólidos para a utilização de abordagens temáticas no processo de ensino-aprendizagem, destacando uma contextualização sociocultural para associar o conhecimento químico com temas de relevância no âmbito científico (BRASIL, 2002).

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio deve existir uma organização curricular que contemple a Base Nacional Comum, na qual o currículo deve usar um tratamento metodológico baseado na contextualização e interdisciplinaridade entre as quatro áreas de conhecimento (Matemática, Linguagens, Ciências da Natureza e Ciências Humanas). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹ recomenda que na área de Ciências da Natureza e sua Tecnologia, esta deve:

Comprometer-se, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BNCC, 2018. p. 537).

Diante do exposto, esta pesquisa tem como propósito desenvolver as competências anteriormente citadas, utilizando ferramentas e metodologias

¹ Base Nacional Comum Curricular -. Disponível em: < <https://bit.ly/2JhZt8j> >. Acesso em: novembro de 2018.

diferenciadas, por meio de temáticas. Nosso grupo de pesquisa (LAEQUI) que pertence à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) vem trabalhando há vários anos com a utilização de temáticas para contextualizar a Química na escola, com o objetivo de favorecer o processo de ensino-aprendizagem. É assim que este grupo desenvolve suas pesquisas:

O LAEQUI tem se dedicado ao estudo das implicações da inserção de temáticas no ensino. Contextualização, aplicação da Química nos fatos do dia-a-dia e a formação de estudantes aptos cientificamente a atuar na sociedade, são princípios fundamentais adotados nos trabalhos desenvolvidos no grupo (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014).

Neste sentido, a presente pesquisa está alinhada aos trabalhos desenvolvidos no grupo. As pesquisas abordam uma diversidade de temáticas e vêm sendo desenvolvidas desde 2011, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa LAEQUI

AUTOR	TEMÁTICAS	ANO
Zappe, J.	Agrotóxicos	2011
Kohler, R.	Estética Capilar	
Silva, D.	Chás	
Trevisan, M.	Saúde Bucal	2012
Pazinato, M.	Alimentos	
Wollmann, E.	Atmosfera	2013
Silva, G.	Modelo Atômicos de Bohr	
Friedrich, L.	Lixo Eletrônico	2014
Rocha, T.	Esporte	
Oliveira, F.	Aromas	
Miranda, A.	Drogas	2015
Durand, A.	Minerais	
Kraisig, A.	Cores	2016
Klein, S.	Poluição	
Storgatto, G.	Odontologia	
Silva, A.	Bioquímica na Escola	2017
Vieira, V.	Tecidos Têxteis	
Calderan, A.	Tintas para Tatuagens	
Reis, M.	Química e Arte	2018
Wentz, F.	Conhecimento tecnológico	

Fonte: Autores.

Desta forma, como podemos observar no quadro anterior, dois trabalhos do grupo tem estreita relação com esta pesquisa. O trabalho de Silva (2011), intitulado

“A Química dos chás: uma temática para o ensino de Química Orgânica” utiliza os componentes químicos dos chás para relacionar com conteúdos químicos atrelando ao uso medicinal. O trabalho de Pazinato (2012), intitulado “A Química dos alimentos: uma temática geradora de conhecimento químico” aborda a composição química dos alimentos, fazendo ênfase nos Macronutrientes e seu aporte nutricional e energético. No primeiro trabalho podemos encontrar atividades experimentais, para demonstrar qualitativamente as funções orgânicas presentes nas moléculas dos princípios ativos dos chás. No segundo trabalho, é explorada a composição química dos alimentos para o ensino de funções orgânicas, realizando atividades como o reconhecimento dos Macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) com testes qualitativos.

Assim, estes trabalhos fornecem subsídios à presente pesquisa no desenvolvimento de atividades e metodologias. A seguir, faremos uma breve revisão bibliográfica sobre Alimentos Funcionais, a temática da presente pesquisa.

1.2. A temática Alimentos Funcionais (AF): sua importância no ensino

Existem várias concepções a respeito da conceituação de alimentos funcionais. Entretanto, antes de discutir esses conceitos, considera-se oportuno abordar um breve histórico sobre os AF. Segundo Pimentel, Francki e Gollucke (2005), estes tipos de alimentos já eram consumidos há aproximadamente 2500 anos A. C, sem serem denominados funcionais. Além disso, também eram utilizados em tratamento de doenças. O grego Hipócrates, pai da Medicina declarava: “faça do seu alimento seu medicamento”, além dos gregos, os egípcios e os romanos tinham noção da aplicação e consumo dos alimentos para a melhoria da saúde. Os chineses, 1000 A. C., reconheceram também, a relação existente entre dieta e saúde, utilizando alimentos na prevenção e cura de doenças, bem com o uso dos chás de uma forma medicinal. Atualmente o norte americano Jeffrey Bland trabalha no campo da medicina nutricional. Baseando-se no estudo do genoma de cada pessoa e estilo de vida que, aliado a tecnologias, procura uma nova forma de medicina para ser aplicada na área da saúde com base ao consumo de alimentos (BLAND, 2018).

A história dos alimentos funcionais inicia quando várias problemáticas em torno da saúde da população e o consumo de alimentos começam aparecer, bem

como, a necessidade das pessoas na busca de uma alimentação com um valor agregado e bem-estar. No ano de 1955, após a Segunda Guerra Mundial, nos EUA foi desenvolvida a hipótese lipídica, pelo pesquisador Ancel Keys, o qual afirmou que um alto consumo de gorduras pode levar um indivíduo a sofrer de doenças cardíacas (FONSECA, 2007). Posteriormente, entre 1960 e 1970, surgiu o fenômeno chamado de Revolução Verde, considerado como a difusão de tecnologias agrícolas que permitiram um aumento considerável na produção de alimentos, utilizando de forma intensiva produtos químicos, sobretudo em países menos desenvolvidos (OCTAVIANO, 2010).

Estes acontecimentos geraram preocupação principalmente na população e depois nos governos e instituições da saúde. Muitos desses eventos foram a causa fundamental para que os governos e a comunidade científica criassem organizações com um objetivo principal: recomendar dietas e formas de alimentação para a população, baseadas principalmente na variedade alimentar, manutenção do peso ideal e no consumo de açúcar, sódio e gordura de forma moderada (BIANCO, 2008). Dessa forma, surge o interesse pela manutenção da saúde na população, tornando as recomendações destas organizações fundamentais na tomada de decisões relativas à saúde e ao bem estar. Assim, a indústria alimentícia se vê obrigada a inovar, com vistas a fornecer produtos que atendam às expectativas dos consumidores, produzindo alimentos que beneficiem à saúde.

Assim, no início dos anos 80, o conceito de Alimentos Funcionais é introduzido no Japão, devido ao desenvolvimento de alimentos que possibilitem um benefício potencial à saúde para diminuir os gastos em saúde pública e agir na prevenção de certas doenças. O país oriental começa a pesquisa e produção em alimentos funcionais, apoiados pelo estudo colaborativo entre o governo, universidades e fabricantes de alimentos (BAPTISTA et al., 2013; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005). Neste âmbito, surge a primeira denominação para alimentos funcionais com o acrônimo em inglês FOSHU (*Food for Specified Health Use*) (COSTA e ROSA, 2010). A partir da década de 90, começaram os estudos nos Estados Unidos, uma vez que sua população apresentava altos índices de obesidade, por causa do elevado consumo de comida rápida “*fast food*”. A dieta dos norte-americanos apresentava em seu consumo uma alta quantidade de sal e gorduras saturadas (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

A partir do século XX, os alimentos funcionais assumem um importante destaque no mercado alimentar. As indústrias começam produzir novos alimentos com propriedades funcionais, sendo o principal objetivo, satisfazer as expectativas dos consumidores, visando uma boa saúde, sendo prioridade a prevenção das doenças mais comuns na população.

No mundo existem 2,1 bilhões de pessoas em situação de obesidade ou sobrepeso, representando 30% da população mundial. O Brasil encontra-se no ranking dos países com maior índice de obesidade na sua população (COSTA e ROSA, 2016). Em 2013, o Ministério de Saúde Pública do Brasil publicou que 54,7% dos homens e 47,4% das mulheres estão acima do peso ideal. Em 2009, doenças como: diabete, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, consideradas como crônicas não transmissíveis (DCNT), representaram 80,7% das mortes no Brasil (BRASIL, 2017). Assim, surge a preocupação por uma alimentação saudável e nutritiva que além de proporcionar os nutrientes necessários ao nosso organismo, ofereça também uma forma de combater estes tipos de doenças.

Nesse contexto, inicia a demanda pelos novos alimentos, considerados como funcionais, pois contém compostos bioativos que podem apresentar benefício na redução do risco de doenças. Alguns desses compostos bioativos mais estudados são: carotenoides, flavonoides, ácidos graxos insaturados do tipo ômega, etc.

Dessa forma, no presente trabalho pretendemos esclarecer seu conceito, como bem estudar os principais compostos bioativos e seus potenciais benefícios para a saúde. Também abordaremos possíveis relações dos conceitos químicos atrelados a esta temática para o ensino de Química contextualizando, sendo considerada uma importante ferramenta para suscitar reflexões críticas a respeito da saúde humana e o consumo de alimentos.

1.3. Conteúdos de Química relacionados à temática

A temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, pois contempla os conteúdos de química, aspectos nutricionais e conteúdos relacionados à biologia. Alguns desses conceitos são complexos, mas podem ser abordados no ensino médio. Assim, a temática apresenta uma ampla diversidade de conteúdos de química que podem ser abordados na terceira série do ensino médio.

Nosso trabalho visa utilizar as moléculas presentes na composição dos AF para contextualizar os conteúdos de Química no ensino médio. Nesse sentido, o Quadro 2 apresenta alguns tópicos e os conteúdos de Química que podem ser abordados em sala de aula.

Quadro 2 – Tópicos e conteúdos de química relacionados com a temática

TÓPICOS	CONTEÚDOS DE QUÍMICA
Carotenoides	Hidrocarbonetos Funções orgânicas Isomeria Reações orgânicas Estequiometria Luz e cor Capacidade antioxidante
Flavonoides	Funções orgânicas oxigenadas Isomeria Reações orgânicas Estequiometria Solubilidade Nutrição e bioquímica Capacidade antioxidante
Ácidos graxos insaturados: ômega 3 e 6	Funções orgânicas: oxigenadas e nitrogenadas Isomeria Reações orgânicas Lipídeos Solubilidade Nutrição e bioquímica Capacidade antioxidante
Fibras alimentares	Funções orgânicas: oxigenadas e nitrogenadas Isomeria Reações orgânicas Carboidratos Nutrição e bioquímica Solubilidade
Antioxidantes	Funções orgânicas oxigenadas Reações de oxidação-redução Compleação de metais Substâncias simples e compostas Átomos, moléculas e íons

Fonte: Autores.

1.4. Metodologias de Ensino

Dentre as metodologias mais utilizadas no nosso grupo de pesquisa e que apresentaram bons resultados na abordagem dos conteúdos de Química por meio de temáticas, são as oficinas temáticas, estudo de casos e atividades experimentais. Por esta razão, pretende-se trabalhar com estas estratégias. A seguir serão apresentados os principais conceitos, definições e características das metodologias que serão trabalhadas nesta pesquisa.

1.4.1. Oficina temática

Segundo Marcondes (2008), oficina temática é um local de trabalho, no qual se procura solucionar um problema baseando-se em conhecimentos práticos e teóricos adquiridos através dela. Assim, Braibante e Pazinato (2014) deduzem que as duas palavras, oficina e temática, referem-se ao conceito de “local em que se trabalha um assunto”.

Com base nessas duas referências, podemos atribuir o conceito de oficina temática como sendo um local ou espaço em que uma atividade será realizada para trabalhar com base em um problema na busca de uma solução. Ressalta-se que as oficinas temáticas utilizam vivências dos estudantes para organizar o conhecimento e contextualizar os conteúdos abordados.

Para Marcondes (2008, p.68-69), as características pedagógicas de uma oficina temática são:

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens.
- Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento.
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimentos necessários para se lidar com o tema em estudo.
- Participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento (MARCONDES, 2008, p.68-69).

Desta forma, as oficinas temáticas possuem como propósito fundamental favorecer o processo de ensino e aprendizagem, levando em consideração a contextualização do conhecimento, por meio da realidade dos estudantes, sendo

eles, os principais atores em sala de aula e na construção dos seus próprios conhecimentos.

Para elaborar uma oficina temática é necessário escolher um tema, considerando os aspectos da química envolvidos nele e, a relação com outras áreas de conhecimento, sem esquecer, a parte social e humana. Assim, a temática deve proporcionar a contextualização da parte científica com os conhecimentos químicos da realidade dos estudantes. Em uma oficina pode ser usada a experimentação com o intuito de despertar a curiosidade nos estudantes para desenvolver problemas com um caráter investigativo.

Assim, para um melhor desenvolvimento das oficinas temáticas os autores Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) recomendam estruturá-las em base aos três momentos pedagógicos: problematização, organização e aplicação do conhecimento.

1. *Problematização do conhecimento (1º MP)*: nesse primeiro momento, são apresentadas situações reais de uma temática com a finalidade de problematizar e compartilhar o conhecimento a ser ensinado, sendo o professor um intermediário que fomenta uma discussão em torno da temática para que os estudantes expressem seus conhecimentos prévios e procurem conexões com seu cotidiano.

2. *Organização do conhecimento (2º MP)*: nesse momento são apresentados os conhecimentos específicos por parte do professor aos estudantes para compreensão da situação problema apresentada anteriormente, dessa forma os estudantes explicam esses questionamentos.

3. *Aplicação do conhecimento (3º MP)*: nesse momento é analisada a situação inicial do problema, utilizando os conhecimentos adquiridos no percurso do desenvolvimento da oficina, o importante aqui é que o estudante aplique seus conhecimentos para elaborar explicações em torno da temática.

1.4.2. Estudo de casos

O estudo de caso é uma metodologia adaptada do método aprendido baseada em Problemas que vem das palavras em inglês *Problem Based Learning*. Iniciou-se sua aplicação com estudantes de Medicina da Universidade de McMaster na Canadá. Esta metodologia tem como objetivo fomentar nos estudantes o

pensamento crítico, habilidade de resolução de problemas, comunicação oral e escrita bem como a aprendizagem de conceitos da área em questão (SÁ e QUEIROZ, 2009). Dessa forma um estudo de casos visa cumprir os seguintes princípios:

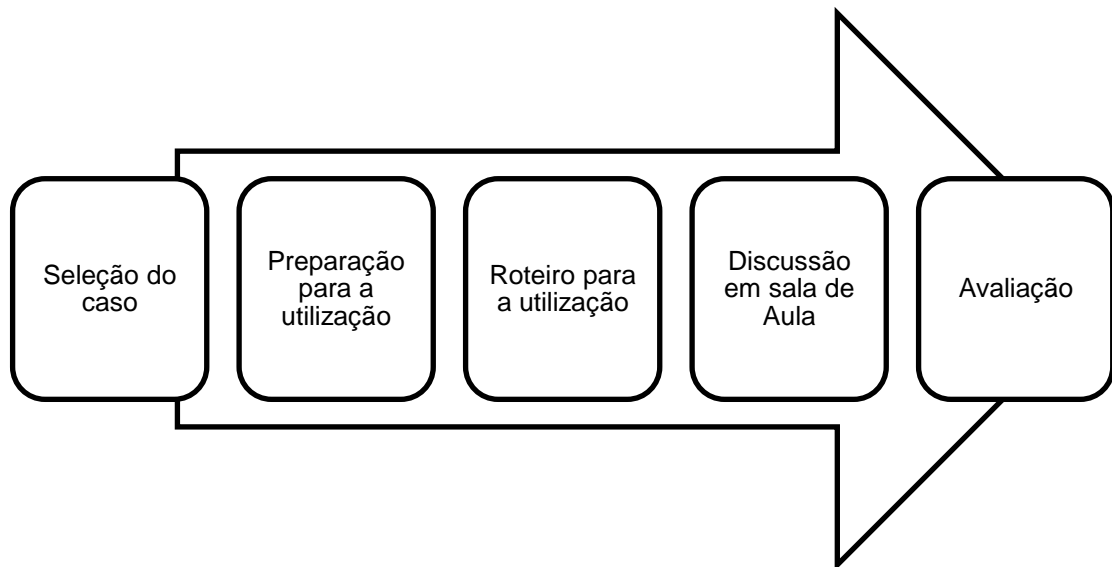
- Identificar e definir um problema.
- Acessar, avaliar e usar informações necessárias para solução de problemas.
- Apresentar possíveis soluções aos problemas.

Para Herreid (1998) os estudos de casos contêm histórias com uma mensagem específica, não simplesmente contém narrações para o entretenimento, são histórias para ensinar algo. Os casos são situações ocorridas num contexto real que se apresentam aos estudantes com o propósito de ensinar (Serra e Vieira, 2006). As autoras Sá e Queiroz (2009, p. 12) enunciam que:

Esse método consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas de casos. A familiarização com o contexto do caso e com seus personagens impulsiona os estudantes na busca de escolhas e posterior tomada de decisão necessária para sua solução. (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 12).

Dessa forma, esta metodologia é comumente utilizada em sala de aula, com o objetivo principal de aprimorar os conhecimentos dos estudantes na resolução do caso. Aparentemente é um método simples, mas ele exige uma dedicação minuciosa por parte do professor. Antes de aplicar um caso existe a preparação total do professor em torno ao assunto e sua aplicabilidade. Depois, na aplicação o professor irá se dedicar na avaliação do processo e na apresentação das soluções apresentadas pelos estudantes (SERRA e VIERA, 2006). A Figura 1 Apresenta um resumo das etapas no processo de utilização do estudo de casos.

Figura 1 - Etapas para elaboração, aplicação e avaliação dos estudos de caso



Fonte: (SERRA e VIERA, 2006)

Segundo as autoras Sá e Queiroz (2009) para que um bom caso atinja os propósitos de ensino e aprendizagem devem considerar-se vários aspectos em sua elaboração:

1. Ter utilidade pedagógica: útil aos estudantes e ao curso
2. Ser Relevante para o Leitor: envolver uma situação para que os estudantes enfrentarem criando empatia.
3. Despertar Interesse: deve parecer real num contexto de um drama ou um suspense, contendo um problema para ser resolvido.
4. Atual: fatos atuais levam o estudante a perceber que o problema é importante.
5. Curto: deve ser o suficientemente longo para a introdução de um fato de análise, mas não tanto para não ser tedioso.
6. Provocar um conflito: problematizar com alguma controvérsia.
7. Criar empatia com o personagem central: as características dos personagens deverão influenciar os estudantes na tomada de decisões.
8. Forçar uma decisão: deve existir uma urgência e seriedade por solucionar o caso.
9. Generalizar: ter uma aplicabilidade geral e não ser específico para uma curiosidade apenas.

10. Narrar uma história: deve ter um desenlace final com uma resolução do problema.

11. Incluir citações: é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações.

Nesta perspectiva, esta estratégia será utilizada para desenvolver nos alunos a interpretação de textos e a resolução de problemas, com a finalidade de relacionar à química e a temática dos AF.

1.4.3. Atividades Experimentais

As atividades experimentais podem ser utilizadas com diferentes objetivos e fornecer variadas e importantes contribuições para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Dentre essas contribuições, Oliveira (2010) destaca: motivar e despertar a atenção dos alunos, desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão, estimular a criatividade, aprimorar a capacidade de observação e registro de informações, aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, aprender conceitos científicos, detectar e corrigir erros conceituais dos alunos, compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e aprimorar habilidades manipulativas.

Nesse sentido, as atividades experimentais ocupam um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Para Silva e Zanon (2000) elas são importantes para o aprendizado de Ciências, pois favorecem a relação que existe entre a teoria e prática, visando construir o conhecimento. Muitas pesquisas alertam que essas atividades são desenvolvidas somente para comprovar o aprendizado dos conteúdos sem a devida vinculação entre a teoria e a prática (DURAND, 2015). Desta forma, é necessário que as atividades experimentais não sejam simplesmente meros experimentos sem sentido, é preciso promover uma reflexão baseada em ações que sejam significativas (SUART, 2014).

Oliveira (2010) destaca que as atividades experimentais podem ser organizadas como:

[...] desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam a criatividade dos alunos e proporcionam condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos. [...] todas podem ser úteis ao ensino de ciências e sua escolha depende, dentre outros aspectos, dos objetivos específicos dos problemas em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. No entanto, para que o professor possa explorar adequadamente todas as suas potencialidades é importante que ele compreenda suas diferenças e saiba quando e como aplicá-las. (OLIVERIA, 2010, p. 147).

Esses aspectos corroboram com as ideias de Galiazzi e Gonçalves (2004), os quais consideram que uma atividade experimental extremadamente rica para a aprendizagem é aquela que realiza um experimento para discutir e interpretar os seus resultados. Guimarães (2009) considera que a atividade experimental é uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais, permitindo tanto questionar os temas trabalhados quanto a sua contextualização.

Desta forma, torna-se importante o planejamento de atividades experimentais que coloquem o estudante frente a situações problema, pois além de estimulá-lo a levantar hipóteses e questionamentos, proporciona também, a construção do próprio conhecimento. Além disso, algumas pesquisas orientam como desenvolver as atividades experimentais, tais como o estudo de Araújo e Abib (2003) que diz: a experimentação no ensino vem sendo desenvolvida sob diferentes tendências e modalidades. Em relação a isso Oliveira (2010) elabora um resumo para apresentar os tipos de abordagens que podem existir ao desenvolver uma atividade experimental, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Abordagens de atividades experimentais

(continua)

CARACTERÍSTICA	TIPOS DE ABORDAGENS NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS		
	DEMONSTRAR	VERIFICAR	INVESTIGAR
Papel do professor	Executa o experimento. Fornecer as explicações	Fiscaliza a atividade dos alunos. Diagnosticar e corrigir erros	Orienta as atividades. Incentiva para que os alunos questionem
Papel do aluno	Observa o experimento. Sugere explicações	Executa o experimento. Explica os fenômenos	Pesquisa planeja e executa as atividades. Discute explicações

(conclusão)

Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Pode estar ausente. Pode ser aberto ou estruturado
Posição ocupada na aula	Central, ilustrativa, ou após abordagem expositiva	Depois da abordagem do conteúdo que foi exposto	Pode ser a própria aulas. Pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Vantagens	Demanda pouco tempo. Pode ser integrada à aula expositiva. Úteis quando não tem recursos materiais ou espaço físico suficiente	Estudante elabora com mais facilidade as explicações. Através das explicações pode-se verificar se os conceitos abordados foram compreendidos	Estudante ocupa uma posição mais ativa. Criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes. O “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado
Desvantagens	A simples observação pode gerar desmotivação. Difícil manter a atenção dos estudantes. Não garante o envolvimento de todos	Contribui pouco no aprendizado de conceitos. Resultados previsíveis não estimulam a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: Adaptação de Oliveira (2010).

Desta forma, o professor tem a tarefa de fazer uma reflexão sobre o propósito da experimentação que irá realizar. Também é importante pensar nas contribuições que a atividade aportará ao processo de ensino-aprendizagem. Com isto, pretende-se desenvolver experimentos demonstrativos com os estudantes, com o intuito de verificar se os conceitos abordados foram compreendidos.

1.4.4. Kahoot (TIC)

O *Kahoot* é uma plataforma gratuita baseada na aprendizagem através de jogos produzindo questionários em diversas formas, como “*Quiz*”² entre outros, pode ser baixado no smartphone ou usado no computador.

A ferramenta foi criada em 2013, baseando-se em jogos com perguntas de múltipla escolha. Isto permite aos professores e pesquisadores na área de ensino criar, colaborar e, sobretudo investigar e compartilhar conhecimentos. Esta aplicação está disponível *on-line*, e usa a “Gamificação”³ como uma prática em ambientes que geralmente não são aplicados, por exemplo, na sala de aula. Funciona em qualquer dispositivo tecnológico conectado à internet.

O uso da ferramenta é diversificado, dependerá dos objetivos educacionais que o professor deseja cumprir. Pode servir como uma ferramenta de discussão, na qual os alunos podem fazer votação de questões de forma anônima. Também funciona como uma ferramenta para resumir um tópico de uma forma divertida, interativa e envolvente. Pode ser utilizada por qualquer pessoa e em diferentes níveis de ensino.

A principal função da ferramenta, e acredito que seja a mais importante, é que tem a possibilidade de investigar os conhecimentos dos estudantes sobre os conteúdos que foram abordados em sala de aula. Dando ao professor a opção de baixar os resultados através de tabelas em Excel, dos acertos e erros gerados no “*Quiz*”, dessa forma, o professor pode analisar os resultados, conseguindo acompanhar o progresso do estudante no processo de aprendizagem.

1.4.4.1. Como jogar com o Kahoot?

Para o uso da ferramenta, o professor deve acessar o site <https://kahoot.com>, fazer um cadastro e automaticamente pode gerar seus próprios jogos ou utilizar outros de acesso público elaborados na plataforma. Para que os estudantes possam

² **Quiz**: nome em inglês de um jogo de questionários que tem como objetivo fazer uma avaliação dos conhecimentos sobre determinado assunto.

³ **Gamificação**, termo original do inglês: *gamification*. Significa a aplicação de elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, tais como estética, mecânica e dinâmica, em outros contextos não relacionados a jogos (Kapp, 2012).

jogar, não precisam cadastro prévio, somente precisam acessar ao site *Kahoot.it* e inserir um código ou “*PIN*”, o qual é gerado quando o professor, cria o jogo que será utilizado. Em seguida os estudantes ao inserir o código, precisarão inserir seu nome ou “*Nickname*”.

Finalmente o jogo acontece quando uma questão é projetada através do computador do professor, assim nos dispositivos móveis dos estudantes aparecem quatro botões coloridos com uma figura geométrica que correspondem a cada resposta possível. O estudante terá que escolher uma ou várias respostas (dependendo da pergunta) e terá uma pontuação de acordo com a resposta correta ou incorreta, além do tempo que precisou para responder.

Dessa forma, selecionamos as metodologias de ensino discutidas até aqui no desenvolvimento desta pesquisa, a fim de proporcionar aos estudantes ferramentas para se envolver de uma forma mais ativa, interagindo com o professor e os seus colegas na construção do seu próprio conhecimento.

CAPÍTULO 2. ALIMENTOS FUNCIONAIS E SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE

No presente capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos e científicos relacionados à temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante”, bem como seu conceito, os tipos de AF e a classificação das substâncias que os compõem junto com seus benefícios.

2.1. O que é considerado como alimento funcional?

Os autores Gibson e Williams (2001) consideram como funcional um alimento natural ao qual foi adicionado um componente específico; ou foi removido um componente específico; ou foi modificada a natureza e a quantidade de um ou mais dos seus componentes.

De acordo com estes autores um alimento funcional, pode ser um alimento natural, de procedência animal ou vegetal sem nenhum tipo de processamento ou um alimento industrializado que teve algum tipo de processamento antes do seu consumo. Desta forma, podemos dizer que os alimentos funcionais podem ser qualquer alimento que, na sua composição, contenha uma substância química, seja do próprio alimento ou adicionada, que proporciona benefícios potenciais para a saúde das pessoas, podendo se apresentar em uma forma natural ou processada.

Assim, é um tanto complexo elaborar um conceito geral para os alimentos funcionais, porém, podemos encontrar similaridades na maioria dos conceitos, como demonstrado a seguir:

2.2. Conceito de alimento funcional (AF)

São várias definições que podemos encontrar na bibliografia e na internet para um alimento funcional, embora não exista um consenso na sua definição. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999), não conceitua um AF, mas alega que um alimento para que possa ser comercializado no mercado com a denominação de funcional precisa ter duas propriedades: propriedade funcional e de saúde. Sendo a primeira relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais no organismo humano. A segunda propriedade é aquela que

afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com uma doença ou condição relacionada à saúde. Dessa forma, podemos entender que esta denominação de propriedades é somente para alimentos processados.

Para Souza, et al. (2003), estes alimentos apresentam propriedades benéficas, funções nutritivas e podem se apresentar na forma de alimentos comuns. Devem ser consumidos nas dietas convencionais e demonstram capacidade de regular as funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças.

Para Cândido e Campos (2005) um AF é aquele alimento que consumido na alimentação cotidiana, pode trazer benefícios fisiológicos devido à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis (CÂNDIDO e CAMPOS, 2005).

Para Costa e Rosa (2016), os alimentos funcionais se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônicas degenerativas.

Para finalizar, trazemos uma conceituação, que acreditamos expressa de uma forma bastante eloquente o que é um AF. Os autores Gibson e Williams (2001, pág. 1, tradução nossa) expressam:

Um alimento funcional é um alimento ou ingrediente que oferece benefícios à saúde, que além de possuir funções nutricionais básicas, pode influenciar de forma relevante no bem-estar e na saúde nas pessoas, assim como na redução do risco de alguma doença (GIBSON e WILLIAMS, 2001, pág. 1, tradução nossa).

Portanto, considerando as definições destes autores, podemos dizer que um alimento funcional é aquele que além dos nutrientes básicos de um alimento (carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas e minerais) contém um nutriente ou ingrediente específico que terá um benefício exclusivo no organismo, no bem-estar e na saúde. Sendo esses componentes os responsáveis pela característica de funcionalidade. Alguns desses compostos são classificados como bioativos, dentre os mais estudados temos: carotenoides, flavonoides, ácidos graxos insaturados do tipo ômega, etc. A seguir, será apresentada uma classificação sucinta destes compostos.

2.3. Classificação das substâncias bioativas dos AF

Segundo Souza et al. (2003), os componentes funcionais podem ser classificados de duas formas: -Quanto à fonte, de origem natural seja vegetal ou animal e -Quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo como: sistema gastrointestinal; sistema cardiovascular; metabolismo de substratos; crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular; comportamento das funções fisiológicas e, como antioxidantes. Devemos ressaltar que hoje em dia existem produtos sintéticos que podem ser novos ou iguais a um obtido da natureza, por exemplo, a vitamina C que podemos encontrá-la de forma natural em frutas cítricas bem como em comprimidos na farmácia.

Desta forma, para Moraes e Colla (2006), existe uma ampla variedade de substâncias caracterizadas como funcionais, as mesmas que podem ser classificadas pelos componentes bioativos que estes alimentos possuem, de acordo com a sua estrutura química, características, propriedades e seus benefícios para a saúde. O Quadro 4 apresenta de forma sucinta as características e propriedades das substâncias presentes nos alimentos funcionais.

Quadro 4 - Substâncias bioativas presentes nos alimentos funcionais

(continua)

GRUPOS DE COMPOSTOS	SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS	BENEFÍCIOS
ISOPRENÓIDES	Carotenóides Saponinas Tocotrienos Tocoferóis Terpenos simples	Reduz níveis de colesterol e risco de certos tipos de câncer, protegem contra a degeneração muscular e podem agir como antioxidantes.
COMPOSTOS FENÓLICOS	Cumarinas Tantinos Antocianinas Isoflavonas Flavonóides	Tem atividade antioxidante, vasodilatadora, anti-inflamatória, estimulam o sistema imunológico e ajudam na redução de colesterol.

(conclusão)

PROTEÍNA, AMINOÁCIDOS E AFINS	Aminoácidos Isotiocianatos Folatos Colina	Redução de absorção de LDL
CARBOIDRATOS E DERIVADOS	Ácido ascórbico Oligossacarídeos Polissacarídeos Lignina	Tem capacidade antioxidante, auxiliam no funcionamento do intestino. Reduz risco de câncer de cólon, melhora a função intestinal.
ÁCIDOS GRAXOS E LIPÍDEOS	Ácidos graxos poli- insaturados e mono- insaturados, ômega-3 e 6 Esfingolipídios Lecitina	Redução do LDL, anti-inflamatório, indispensável para desenvolvimento do cérebro e retina de recém nascidos.
MINERAIS	Ca, Se, K, Cu, Zn	Ajudam no crescimento e no desenvolvimento de reações enzimáticas, alguns têm capacidade antioxidante.
MICROBIÓTICO	Probióticos (microrganismos) Prebióticos	Favorecer as funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação e câncer de cólon.

Fonte: adaptado de (BRASIL, 2009; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

Assim, desta variedade de substâncias, consideramos fundamental abordar as principais e mais estudadas pela comunidade científica para serem explorados em sala de aula com a finalidade de relacionar as moléculas com os conteúdos de química orgânica e o nosso cotidiano.

2.3.1. Principais compostos bioativos

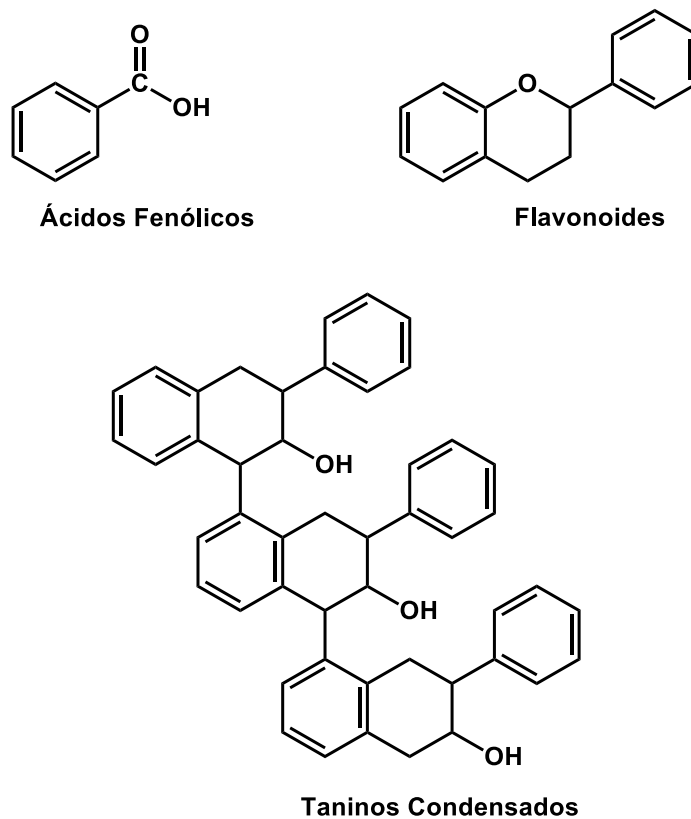
As substâncias químicas constituintes dos alimentos funcionais podem ser classificadas dependendo do interesse específico seja para fins acadêmicos ou para o desenvolvimento de alimentos funcionais e recomendações dietéticas. De acordo com a sua natureza química, podem ser categorizadas pelos grupos funcionais que apresentam. A seguir será apresentado um resumo dos principais grupos de compostos estudados.

2.3.1.1. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são considerados como metabólitos secundários produzidos nas plantas, são caracterizados por possuírem pelo menos um anel aromático com um substituinte hidroxila na sua estrutura. Encontram-se amplamente distribuídos, especificamente nas frutas, por exemplo, os polifenóis. Têm sido identificados ao redor de aproximadamente 8000 estruturas (MELO et al., 2008). Apresentam propriedades benéficas para o organismo e para a saúde, principalmente por sua capacidade antioxidante. Eles são solúveis em água e solventes polares como álcoois (MORAES e COLLA, 2006). Dentre os principais compostos fenólicos nos alimentos temos ácidos fenólicos, taninos e flavonoides.

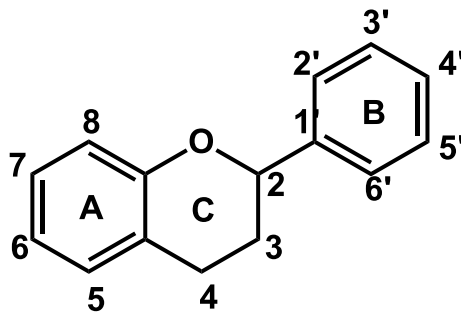
Os flavonoides são a maior família de compostos estudados e são encontrados nos tecidos vegetais (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005). Na Figura 2 podemos observar as estruturas dos principais compostos fenólicos.

Figura 2 - Estrutura dos principais compostos fenólicos



Existem mais de 6.000 tipos de flavonoides que foram identificados em plantas. Pertencem ao grande grupo dos compostos fenólicos e estão presentes principalmente nas hortaliças, nas frutas e produtos derivados como: vinho, suco de uva e chás (COSTA e ROSA, 2016). Sua estrutura química contém 15 átomos de carbono tendo como estrutura básica dois anéis aromáticos (anéis A e B) interligados a uma estrutura heterocíclica central chamada pirano (anel C), onde o primeiro anel benzênico é condensado com o sexto carbono do pirano, na posição 2 se liga a um grupo fenil (anel B), conforme a Figura 3 (DA SILVA et al., 2015).

Figura 3 - Estrutura básica dos flavonoides.

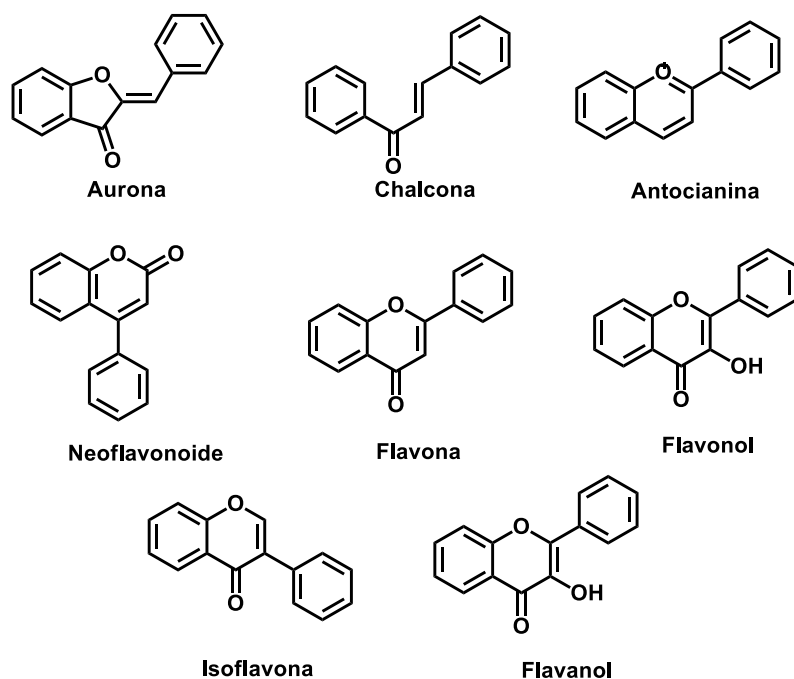


Fonte: (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009).

De acordo com suas características químicas e biosintéticas, estes compostos são classificados como: antocianinas, flavanas, flavononas, flavonas, flavonóis e isoflavonoides. As antocianinas são as encarregadas de dar uma cor azul ou vermelha aos alimentos que são de origem vegetal. Estudos recentes descrevem a diminuição do risco de infarto e rigidez arterial em mulheres com uma ingestão baseada em alimentos ricos em antocianinas (GALLOWAY, BRETZ e NOVAK, 2015; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

No Quadro 3 apresentamos os principais flavonoides e suas fontes. A Figura 4 indica a estrutura básica de vários tipos de flavonoides.

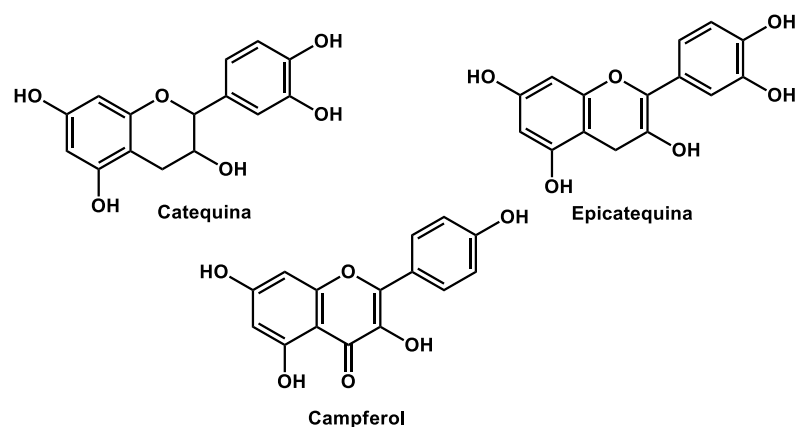
Figura 4- Estrutura de certos flavonoides.



Fonte: (DA SILVA, 2008)

Tanto no vinho tinto como nos chás verde e preto podemos encontrar compostos fenólicos, os mais estudados são o campferol, a catequina e a epicatequina, representados na Figura 5.

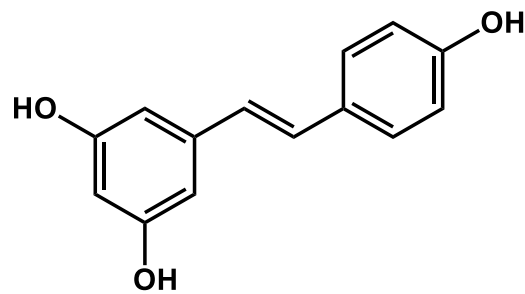
Figura 5 - Estrutura do campferol, catequina e epicatequina.



Fonte: (DA SILVA, 2008).

Outra molécula muito importante que está presente nas uvas é o resveratrol, desperta interesse devido a seus efeitos benéficos à saúde. Encontra-se principalmente em uvas e no vinho tinto em um teor de 1,5 mg/L (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005). A Figura 6 representa a estrutura da molécula do resveratrol.

Figura 6 – Estrutura do resveratrol



Resveratrol

Fonte: (FRÉMONT, 2001)

Como dito anteriormente, os compostos fenólicos podem ser encontrados em vegetais. No Quadro 5 apresentamos as principais fontes de compostos fenólicos de origem natural.

Quadro 5 – Fontes principais de compostos fenólicos

Flavonoides	Classificação	Fonte
Antocianinas	Cianidina, delphinidina.	Frutas e flores, provenientes de pigmentos florais.
Flavanas	Catequina, epicatequina, luteoforol, procianidina, tioflavina.	Frutas e chás (verde ou preto), lúpulo, nozes, água de coco, vinho.
Flavanonas	Hesperidina, narigenina.	Exclusivamente em frutas cítricas.
Flavonas	Apigenina, luteolina, diomestina, tangeretina, nobiletina, tricetina.	Frutas cítricas, cereais, ervas e vegetais.
Flavonóis	Quercetina, rutina, miricetina.	Vegetais e frutas
Isoflavonóides	Daidzeína, genisteína.	Legumes (soja)

Fonte: (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005)

Segundo Mazza e Girard (1998 apud PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005, p. 40) a maioria dos compostos fenólicos e principalmente os flavonoides têm propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias, antivirais, antialérgicas, antitrombóticos e antioxidantes.

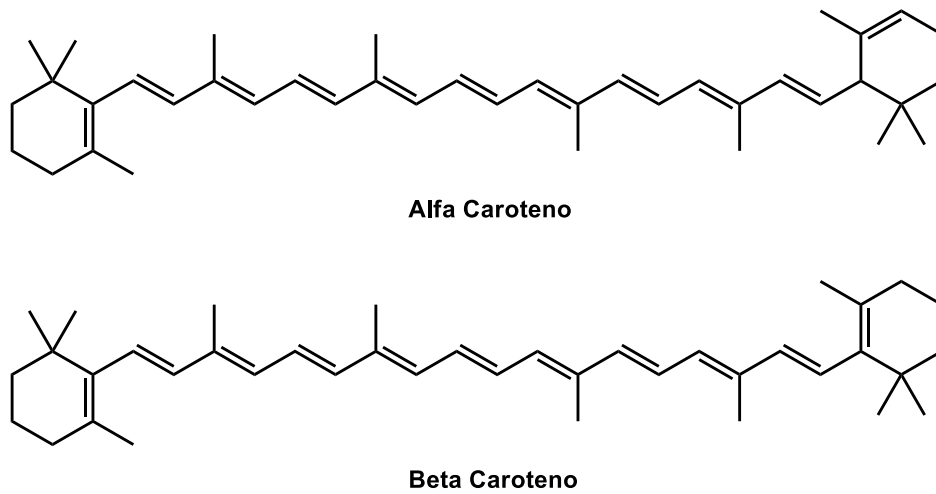
2.3.1.2. *Carotenoides*

Os carotenoides podem ser encontrados comumente na natureza, são pigmentos naturais encontrados em plantas, especificamente em frutas e verduras com mais de 600 estruturas caracterizadas. Apresentam em sua estrutura duplas ligações conjugadas, possuem uma cor intensa que vai do amarelo ao vermelho. São substâncias insaturadas, lipossolúveis, tetraterpênicas formadas por 8 unidades de isopreno. Alguns destes carotenoides são precursores da vitamina A como o alfa-caroteno e beta-caroteno, conforme representados na Figura 7 (FELIPE e BICAS, 2017; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005; COSTA e ROSA, 2016).

A estrutura básica dos carotenoides resulta da molécula de licopeno, da qual se derivam diferentes estruturas por meio de reações químicas de hidrogenação, ciclização, oxidação, desidrogenação, migração de duplas ligações, rearranjos, isomerização, alongamento da cadeia, etc. (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005; UENOJO; MARÓSTICA e PASTORE, 2007).

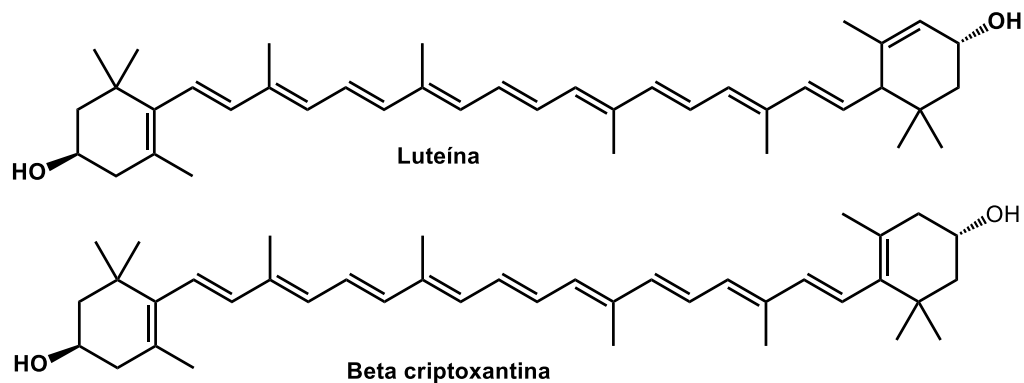
A cadeia pode possuir de 3 a 15 duplas ligações conjugadas e podem apresentar diferentes grupos terminais (UENOJO; MARÓSTICA e PASTORE, 2007). Os carotenos (Figura 7) que são hidrocarbonetos insaturados e as xantofilas (Figura 8) que são derivadas dos carotenos e possuem grupos substituintes com oxigênio, por exemplo, hidroxila, epoxi ou ceto (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

Figura 7 - Estrutura química dos carotenos



Fonte: (BRUICE, 2014)

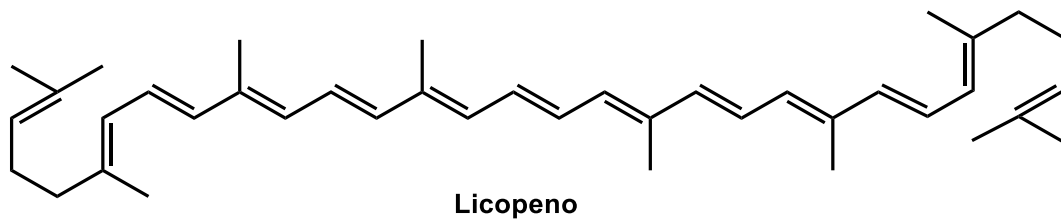
Figura 8 - Estrutura química das xantofilas



Fonte: (BRUICE, 2014).

Entre os carotenoides mais importantes, o licopeno é o que possui a maior atividade antioxidante (Figura 9). Esse composto possui grande importância na redução de risco de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (RISO et al., 1999 apud PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005, p. 51). Pode ser encontrado em tomates, melancia e goiaba. Dessa maneira, protege os lipídeos, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), proteínas e DNA contra a ação dos radicais livres (COSTA e ROSA, 2016).

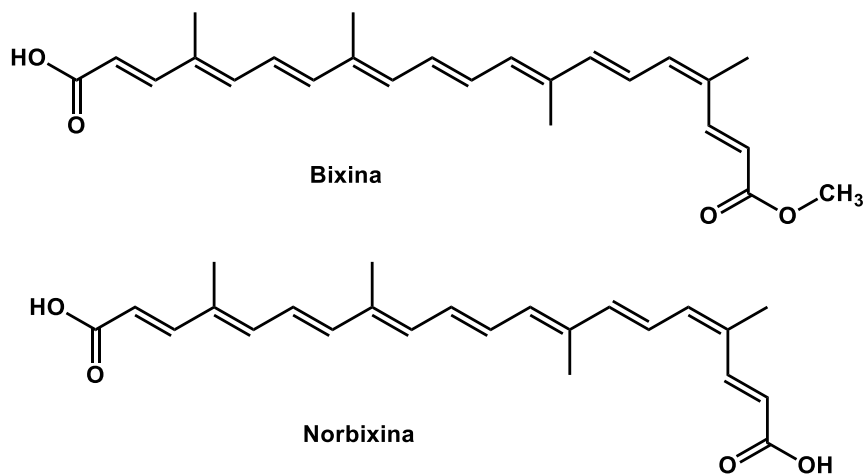
Figura 9 - Estrutura do licopeno



Fonte: (BRUICE, 2014)

Outras substâncias comumente estudadas e de grande relevância, são a bixina e norbixina (Figura 10), sendo a primeira constituída de uma estrutura lipossolúvel e a segunda, hidrossolúvel. Estão presentes no Urucum, responsáveis por sua cor característica e é um dos corantes mais utilizados no Brasil (COSTA e ROSA, 2010). Vários estudos demonstraram que o Urucum possui propriedade bactericida, cicatrizante e adstringente (TOCCHINI e MERCADANTE, 2001; GARCIA, et al., 2009 apud COSTA e ROSA, 2016, p. 95).

Figura 10 - Estrutura da bixina e norbixina



Fonte: (TOCCHINI e MERCADANTE, 2001)

O Quadro 6 apresenta os principais carotenoides encontrados em vários alimentos de origem vegetal e animal.

Quadro 6 - Principais fontes de carotenoides

Fonte Alimentar	Carotenoide
Cenoura	Alfacaroteno
Cenoura, manga, abóbora	Betacaroteno
Gema de ovos	Luteína
Milho amarelo, páprica, mamão	Criptoxantina
Gemas de ovos, milho	Zeaxantina
Urucum	Bixina e norbixina
Tomate, melancia	Licopeno

Fonte: (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009)

Em geral os carotenoides podem reduzir o risco de doenças como o câncer e cardiovasculares, principalmente por possuir capacidade antioxidante. Estes podem inibir ou interromper as reações geradas pelos radicais livres na oxidação de lipídeos e proteger o DNA contra o ataque dos mesmos. (FAULKES e SOUTHOW, 2001 apud PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005, p. 49).

2.3.1.3. Ácidos Graxos

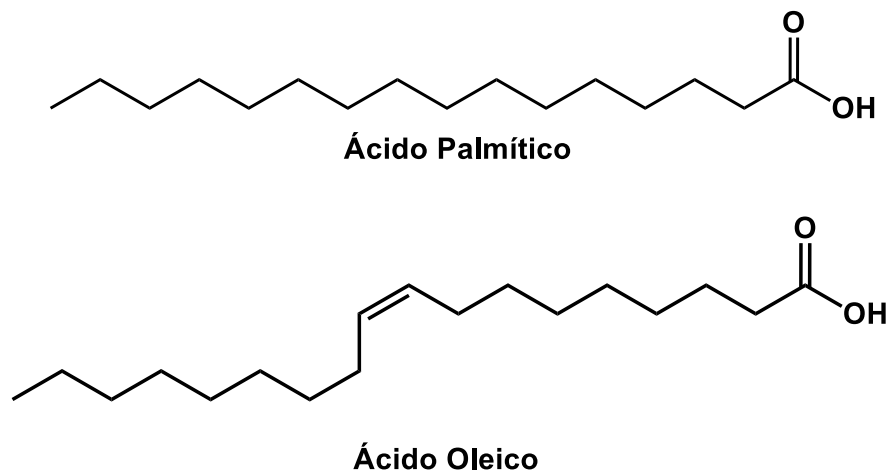
Esta variedade de compostos bioativos está presente tanto em animais quanto em vegetais, formam parte dos lipídeos que fornecem energia ao organismo. Podem ser utilizados na indústria como base de diversos produtos naturais, sintéticos ou na conservação dos alimentos (COSTA e ROSA, 2016). Existem várias rotas metabólicas pelas quais os ácidos graxos podem ser sintetizados no organismo. No entanto, existe também uma maneira exógena de fornecer ácidos graxos ao nosso organismo, que é mediante a dieta.

Os ácidos graxos apresentam uma cadeia carbônica que contém de 4 a 36 carbonos, um grupo carboxila e ligações duplas carbono-carbono em sua estrutura química, razão pela qual são chamados de insaturados. Quando possuem mais de uma dupla ligação são chamados, poli-insaturados. As diferenças no tamanho da cadeia, grau e posição da insaturação lhes confere propriedades físicas, químicas e nutricionais diferentes.

Sua nomenclatura indica o número de carbonos que contém a cadeia e o número de duplas ligações, separados por dois pontos. Para sua representação utiliza-se a seguinte fórmula: C n:x. após esta fórmula podemos enunciar as

posições das ligações duplas com o símbolo delta (Δ). Por exemplo, o ácido palmítico possui dezesseis carbonos e zero insaturações (16:0), o ácido oléico contém dezoito carbonos e uma insaturação (18:1) (BELITZ, GROSCH e SCHIEBERLE, 2009; LEHNINGER, 2014). Na Figura 11, observa-se as estruturas do ácido palmítico e oleico, antes mencionados.

Figura 11 - Representações dos ácidos palmítico e oleico



Fonte: (BRUICE, 2014)

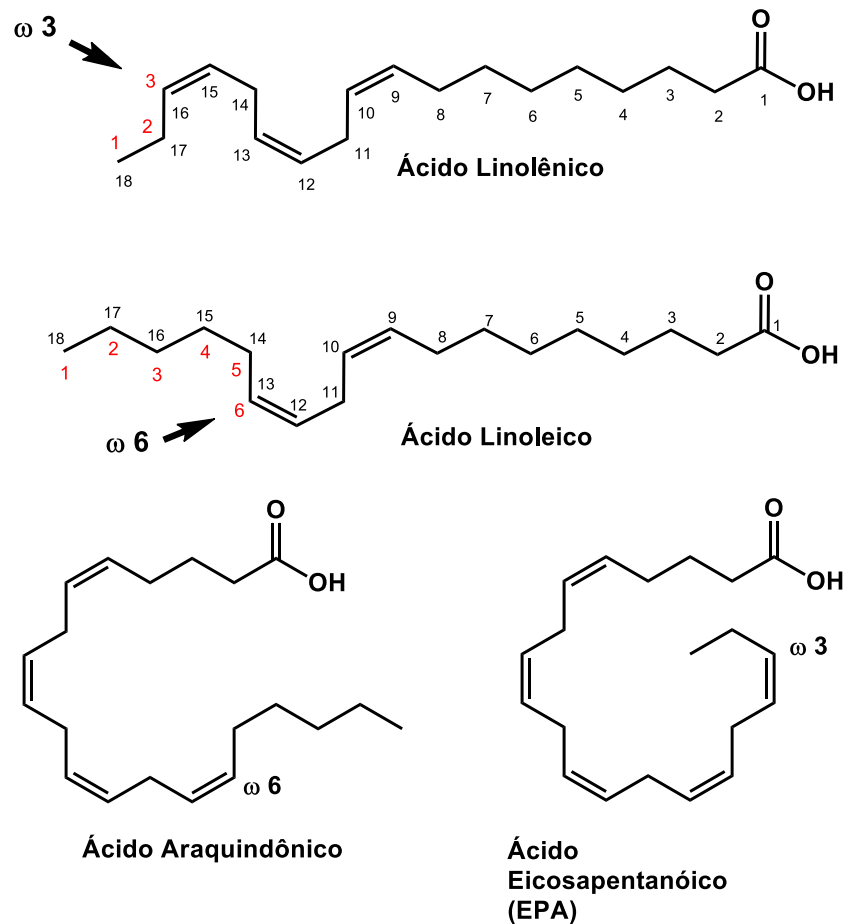
Os ácidos graxos polinsaturados podem se apresentar na forma ômega 3 e ômega 6. O termo ômega (ω) é usado para indicar a posição da ligação dupla mais distante do grupo carboxílico, porém na nomenclatura sistemática, a numeração começa no carbono da carboxila.

O ácido linolênico, (9Z, 12Z, 15Z)-ácido octadecatrienoico, tem sua dupla ligação mais afastada do grupo carboxílico entre o C-15 e C-16 (ω 3). O ácido linoleico, (9Z, 12Z)-ácido octadecadienoico, tem sua primeira ligação dupla mais afastada entre o C-12 e C-13 (ω 6). Assim, para usar a terminologia ômega, se considera o C-1, iniciando a numeração a partir do carbono terminal do ácido carboxílico (BRUICE, 2014; LEHNINGER, 2014; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

Na Figura 12 apresentamos as estruturas dos principais ácidos graxos da família ômega 3, o Alfa-linolênico (18:3), Eicosapentanóico (20:5). Dentre os

principais ácidos graxos da família ômega 6 estão os seguintes: o ácido Linoléico (18:2) e o ácido Araquidônico (20:4).

Figura 12 - Ácidos graxos ômega 3 e 6



Fonte: (BRUICE, 2014)

Estas duas famílias, ômega 3 e 6, são sintetizadas somente pelas plantas, por isso a importância da inclusão de ácidos graxos essenciais na dieta (COSTA et al., 2000 apud PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005). Consideram-se essenciais, uma vez que são indispensáveis para a manutenção de várias funções biológicas como: constituição de membranas, impulsos sinápticos, controle do sistema imunológico e de coagulação sanguínea, também formam parte do sêmem e dos embriões, entre outras funções vitais (COSTA e ROSA, 2016).

Os ácidos graxos, ômega 3, podem ser encontrados em fontes de origem animal, por exemplo, em peixes de água fria, como o salmão, atum, sardinha ou

bacalhau. São menos abundantes em organismos terrestres, mas podemos encontrá-los em óleos vegetais, sementes de linhaça, nozes e alguns tipos de vegetais (BLATCHLY; DELEN e O' HARA, 2014; MORAES e COLLA, 2006; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE 2005).

São várias as fontes naturais onde podemos encontrar os ácidos graxos. No Quadro 7 apresentamos os principais ácidos graxos presentes em várias fontes alimentares.

Quadro 7 - Principais fontes de ácidos graxos

Nome	Fontes	Símbolo
Ácido butanóico (butírico)	Gordura do leite	C4:0
Ácido hecanóico (capróico)	Gordura do leite e óleo de coco	C6:0
Ácido octanóico (caprílico)	Gordura do leite, óleos de coco e uva	C8:0
Ácido dodecanóico (laúrico)	Óleo de semente de lauraceae e gordura do leite	C12:0
Ácido tetradecanóico (mirístico)	Óleo de noz-moscada, gordura do leite.	C14:0
Ácido hexadecanoico (esteárico)	Óleo de soja e algodão, oliva, abacate e milho	C16:0
Ácido octadecanóico (esteárico)	Gordura animal e manteiga de cacau	C18:0
Ácido cis-octadec-9-enóico (oléico)	Gorduras animal e vegetal	C18:1 Δ 9
Ácido cis, cis-octadec-9,12-dienóico (linoléico)	Óleo de amendoim, algodão e girassol	C18:2 Δ 9,12
Ácido cis, cis, cis-octadec-9,12,15-trienóico (linolênico)	Óleo de soja, gérmen de trigo e linhaça	C18:3 Δ 9,12,15
Ácido eicosanóico (araquidónico)	Óleo de amendoim	C20:0

Fonte: (LEHNINGER, 2014)

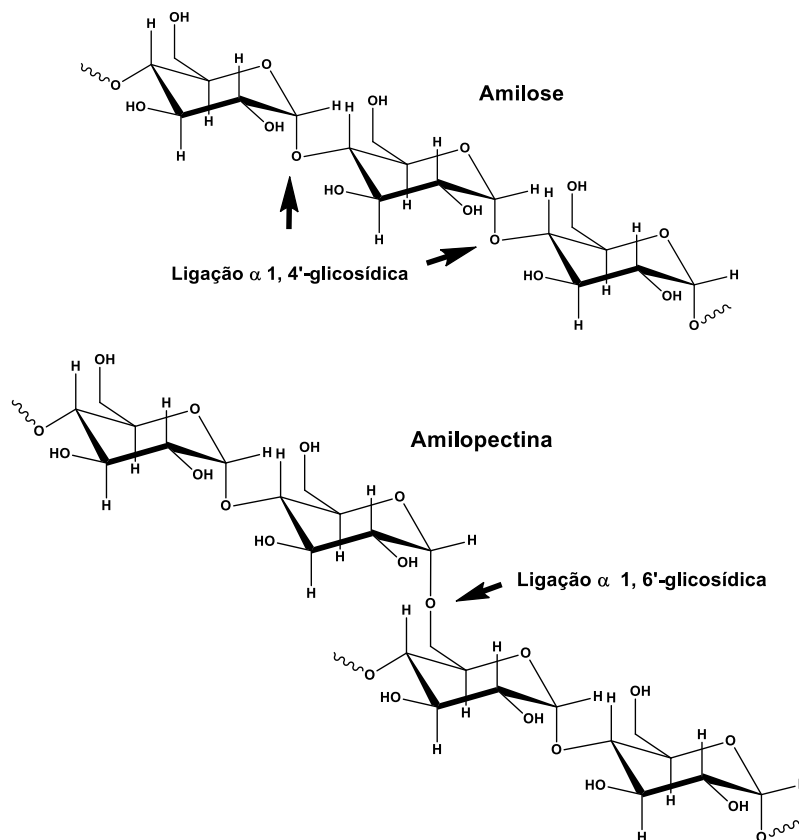
2.3.1.4. Fibra Alimentar

Palermo (2009) define a fibra alimentar como polissacarídeos e lignina não digeríveis pelas secreções humanas, chegando até o cólon sem sofrer modificações estruturais, onde são fermentados pela microbiota intestinal, produzindo ácidos graxos, gás e energia. Os vegetais estão constituídos de um citoesqueleto que é denominado como fibra vegetal ou dietética, essa fibra não é hidrolisada pelas

enzimas do intestino humano, mas pode ser fermentada por algumas bactérias da microbiota própria do organismo. Muitas das fibras são classificadas como polissacarídeos não amiláceos (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

As fibras alimentares são polissacarídeos formados por moléculas que contêm desde 10 a milhares de unidades de monossacarídeos unidas por ligações glicosídicas. Os mais comuns são o amido e a celulose. O amido é formado por uma mistura de dois polissacarídeos de amilose (não ramificada) e amilopectina (ramificada), que são formados por unidades de D-glicose, unidas por meio de uma ligação α -1, 4'-glicosídica, na amilose e, uma ligação α -1, 6'-glicosídica, na amilopectina. A celulose é formada por cadeias não ramificadas de D-glicose, semelhante a amilose, mas as unidades de glicose estão ligadas por meio de uma ligação β -1, 4'-glicosídicas (BRUICE, 2010). Na Figura 13, é possível observar as estruturas da amilose e da amilopectina.

Figura 13 – Estruturas da amilose e amilopectina



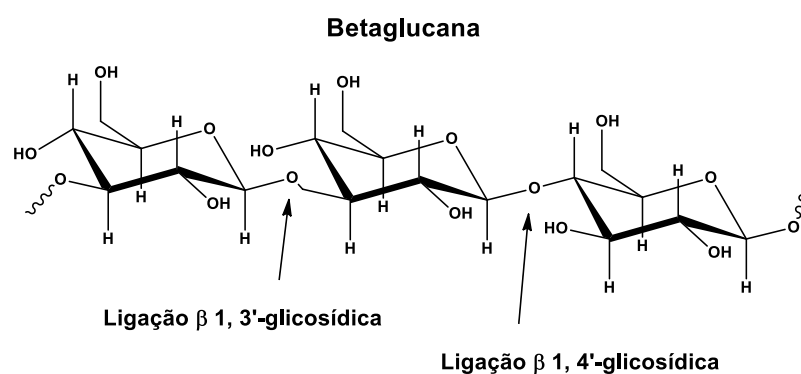
Fonte: (BRUICE, 2010)

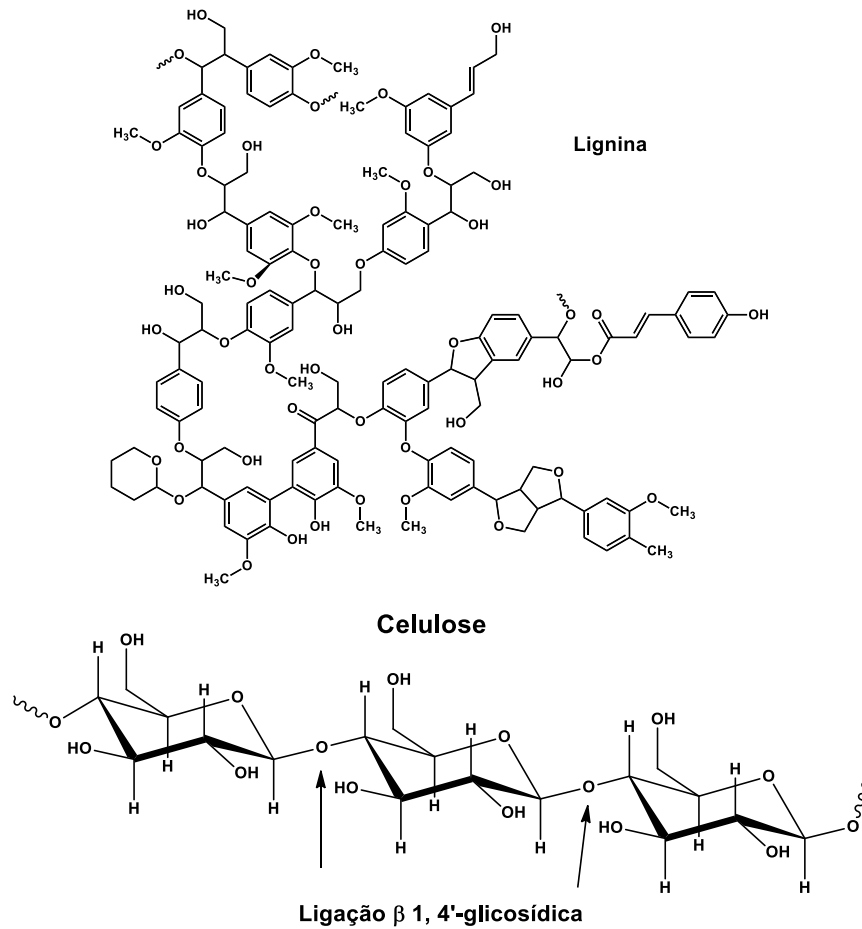
Nas plantas existem três tipos de fibras: celulose, polissacarídeos não celulósicos e lignina. A Celulose é o componente principal da parede celular dos vegetais, os polissacarídeos não celulósicos encontram-se na matriz da parede celular e podem ser hemiceluloses, substâncias pécnicas, gomas e mucilagens. A lignina, encontra-se fixada à parede celular.

No amido, as ligações α fazem com que a amilose forme uma hélice que promove a ligação hidrogênio entre de seus grupos OH com moléculas de água, sendo assim, solúvel em água. Na celulose, as ligações β promovem a formação de ligações de hidrogênio intramoleculares, desta forma elas se alinham em matrizes lineares, mantidas juntas por ligações de hidrogênio entre cadeias adjacentes, sendo assim, insolúvel em água (BRUICE, 2010). A estrutura química das fibras pode ser diferenciada de acordo com a solubilidade em água, a sua viscosidade, geleificação e à capacidade de incorporar substâncias moleculares ou minerais, portanto as fibras podem ser classificadas em solúveis e insolúveis (COPPINI, 2001).

É possível citar como exemplos de fibras solúveis as pectinas, que são usadas como espessantes, emulsificantes e conservantes nos alimentos. Entre os principais exemplos de fibras insolúveis temos a lignina e a celulose (Figura 14). Sendo a lignina um polímero polifenólico, que é composto por unidades estruturais de fenilpropano. A celulose é um polímero linear (Figura 14), formado por unidades de glicose (mais de 10000 unidades) unidas por ligações glicosídicas β 1-4. Também as hemiceluloses ou pentosanas, sendo a mais conhecida a beta-glucana (Figura 14) presente na aveia e cevada. (PALERMO, 2009; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

Figura 14 – Estruturas da betaglucana, lignina e celulose





Fonte: (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009; BRUICE, 2014)

Para Moraes e Colla, (2006), as fibras são substâncias com um elevado peso molecular, é possível encontra-las em grãos (arroz, soja, trigo, aveia, feijão, ervilha), em verduras (alface, brócolis, couve, couve-flor, repolho), em raízes (cenoura, rabanete) e outras hortaliças (chuchu, vagem, pepino). Na Tabela 1 apresentamos alguns alimentos e o teor de fibras que os mesmos contêm.

Tabela 1 – Teor de fibras em alguns alimentos

Alimento	Fibra solúvel (%m/m)	Fibra insolúvel (%m/m)
Arroz branco	1,26	1,52
Arroz integral	0,96	3,37
Aveia em flocos	4,56	1,86
Beterraba	1,42	1,29
Ervilha	2,22	1,38
Farelo de trigo	3,41	36,04
Feijão carioca	2,60	4,62
Feijão mulatinho	0,71	3,37
Feijão preto	1,77	3,61

Fonte: (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009)

Costa e Rosa (2016) destacam os principais benefícios que as fibras alimentares podem oferecer, tais como: ajudam no melhoramento do trânsito intestinal, evitando a constipação; controle do índice glicêmico, pois diminuem a velocidade de digestão dos carboidratos, beneficiando pessoas com problemas de diabetes; aumentam a plenitude e a saciedade, contribuindo na dieta para perda de peso.

2.3.1.5. *Prebióticos e Probióticos*

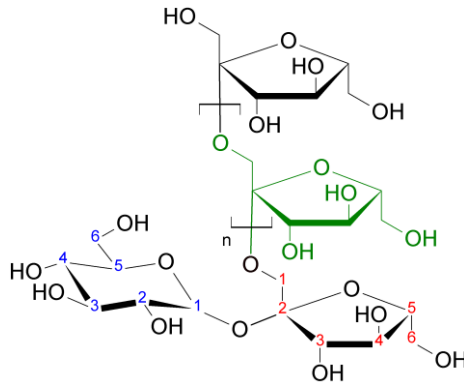
2.3.1.5.1. Prebióticos

São ingredientes não digeríveis que têm ação benéfica no usuário e estimulam o crescimento e a atividade metabólica de bactérias específicas do cólon. São moléculas grandes que não podem ser digeridas pelas enzimas digestivas do trato gastrointestinal chegando ao intestino grosso para ser degradado pela microbiota presente nele (OLAGNERO; ABAD e BENDERSKY, 2007).

Quimicamente são oligossacarídeos de origem vegetal e são polímeros de carboidratos de três ou mais unidades monoméricas. Os mais comuns são a inulina e os fruto-oligossacarídeos (FOS). A inulina contém cerca de 30 unidades de β -D-frutose em uma ligação β -1,2. Este polissacarídeo linear tem resíduos de α -glicose na ligação 2,1 nas suas extremidades. A inulina tem um peso molecular de 5000-6000 g/mol, é solúvel em água morna e resistente a álcalis. Podemos observar na

Figura 15 a estrutura básica da inulina, seus monômeros e suas ligações (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009; COSTA e ROSA, 2016; PALERMO, 2009).

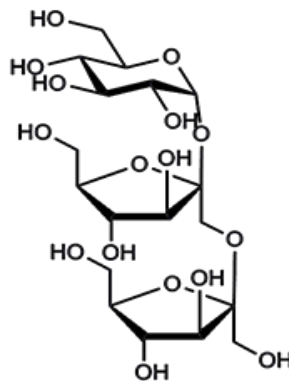
Figura 15 – Estrutura da inulina



Fonte: (BELITZ, GROSCH e SCHIEBERLE, 2009).

Os fruto-oligossacarídeos são moléculas compostas por unidades de sacarose ligadas a uma, duas ou três moléculas de frutose, mediante uma ligação glicosídica. Estes compostos podem ser obtidos a partir da hidrólise da inulina ou sintetizados de forma natural em alguns vegetais. Observa-se na Figura 16 o exemplo da estrutura da 1-ketose (BELITZ; GROSCH e SCHIEBERLE, 2009; COSTA e ROSA, 2016; PALERMO, 2009).

Figura 16 – Estrutura da 1-ketose



Fonte: (BELITZ, GROSCH e SCHIEBERLE, 2009)

Os polímeros citados produzem vários benefícios no organismo, potencialmente estimulam as bactérias bífidas. Segundo Costa e Rosa (2016), podem atuar de forma direta ou indireta, dependendo da microbiota presente no cólon. Atuarão de forma direta com:

- Aumento do tempo de esvaziamento do estômago.
- Modulação do trânsito no trato digestório.
- Diminuição do colesterol via adsorção de ácidos biliares.

Sua ação indireta consiste em modular a fermentação microbiana, estimulando as bactérias bífidas que são responsáveis por:

- Aumento de ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos pelo trato gastrointestinal.
- Efeito inibitório sobre as bactérias potencialmente patogênicas, pela redução do pH, inibindo a ação delas.
- Diminuição da absorção de amônia.

Existem várias fontes dos prebióticos na natureza, sendo as principais, os vegetais e plantas, por exemplo: alcachofra, raiz da chicória, dália, dente de leão, cebola, alho e banana. A Tabela 2 apresenta porcentagem de inulina em vários alimentos.

Tabela 2 – Conteúdo de inulina em vários alimentos

Alimento	Inulina (%)
Cebola	2-6
Aspargo	1-30
Alho	9-1
Alcachofra	3-10
Banana	0,3-0,7
Trigo	1-4
Centeio	0,5-1
Cevada	0,5-1,5

Fonte: (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005)

2.3.1.5.2. Probióticos

O termo probióticos foi introduzido em 1965, para descrever os microrganismos que desempenham atividades benéficas. Após, em 1989, o mesmo

termo foi definido como um suplemento alimentar microbiano vivo que afeta de forma benéfica o animal hospedeiro através da melhoria do balanço da microbiota intestinal (PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005).

Para Palermo (2009) os probióticos são microrganismos vivos que podem exercer efeitos benéficos na saúde, equilibrando a microbiota intestinal, com o aumento de microrganismos benéficos e diminuição de bactérias nocivas. Os microrganismos probióticos são utilizados na produção de bebidas lácteas fermentadas. Apresentamos no Quadro 8 as principais famílias de bactérias utilizadas nos alimentos funcionais.

Quadro 8 – Microrganismos empregados em alimentos probióticos

GÊNERO			
<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Enterococcus</i>	Outros
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>E. faecium</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>		<i>Lactococcus lactis</i>
<i>L. casei defendis</i>	<i>B. infantis</i>		<i>Leuconostoc mesenteorides</i>
<i>L. reuteri</i>	<i>B. longum</i>		
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. animalis</i>		
<i>L. plantarum</i>	<i>B. lactis</i>		
<i>L. brevis</i>			

FONTE: (COSTA e ROSA, 2016; PIMENTEL; FRANCKI e GOLLUCKE, 2005)

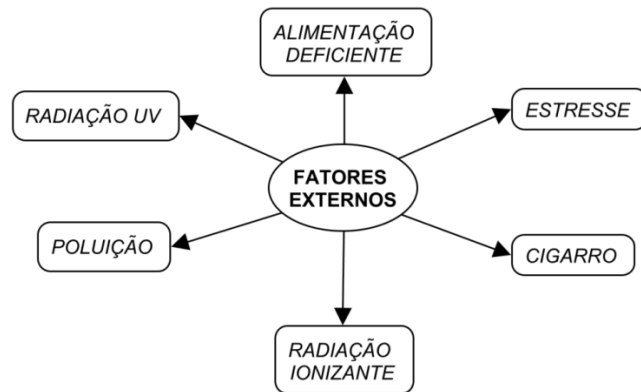
2.4. Antioxidantes e Radicais Livres

2.4.1. Estresse oxidativo e radicais livres

Atualmente, existem muitos estudos que relatam a principal função dos radicais livres e vários oxidantes como responsáveis por doenças como câncer, doenças cardiovasculares, declínio do sistema imune, disfunções cerebrais e processos de envelhecimento (SOUSA et al., 2007). Esses compostos são prejudiciais quando estão em excesso e são gerados por vários fatores, tanto de forma natural no organismo, bem como por fatores externos (Figura 17). A elevada produção de radicais livres pode levar ao estresse oxidativo das células. Dessa forma, quando essas espécies reagem com os componentes celulares vitais, como lipídeos, proteínas e DNA, podem causar danos na saúde humana (Figura 18). Vários estudos que foram desenvolvidos nas últimas décadas sugerem o consumo de

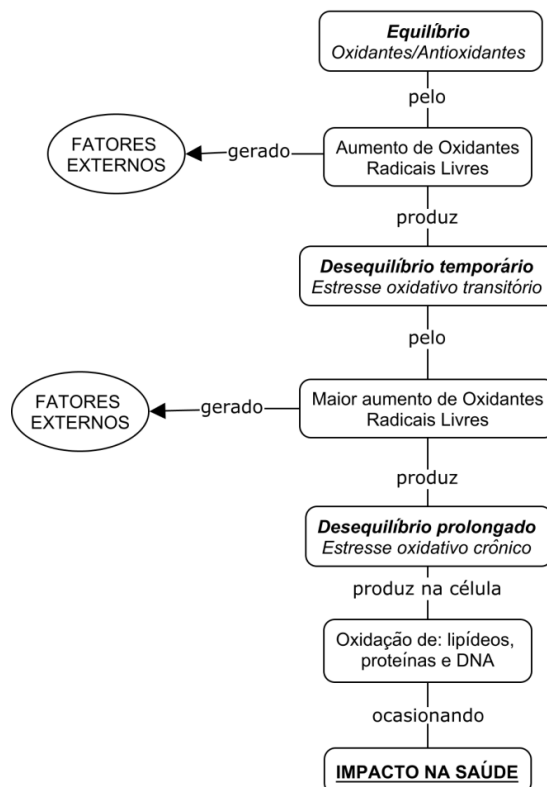
alimentos ricos em antioxidantes de origem natural, com a finalidade de reduzir a incidência das doenças causadas pelo estresse oxidativo (GIADA, 2014).

Figura 17 – Fatores externos que afetam na produção de radicais livres



FONTE: Autores.

Figura 18 – Desequilíbrio entre radicais livres e antioxidantes



FONTE: Autores.

Para Bruice (2014) um radical livre é a denominação que se dá para uma espécie que contém um átomo com um único elétron desemparelhado e chama-se de radical. Dessa forma, são moléculas ou íons que contém um elétron desemparelhado, advindo do oxigênio ou nitrogênio (Quadro 9). Esses radicais têm um papel fundamental em funções vitais no organismo como: produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de outro tipo de substâncias de interesse biológico (GIADA, 2014).

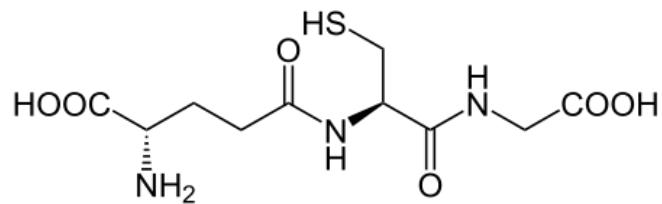
Quadro 9 – Espécies reativas de oxigênio (ROS)

NOME	ESPÉCIE
Ânion radical superóxido	O_2^{\bullet}
Peróxido de hidrogênio	H_2O_2
Radial hidroxila	HO^{\bullet}
Radical peroxila derivado de lipídeo	LOO^{\bullet}
Radical alcoxila derivado de lipídeo	LO^{\bullet}
Radical alquila	R^{\bullet}
Radical peroxila	ROO^{\bullet}
Radical alcoxila	RO^{\bullet}

FONTE: (AUGUSTO, 2006).

Para combater o excesso dessas espécies radicalares, nosso organismo possui substâncias antioxidantes, que são geradas pelo corpo humano, como a glutathiona (Figura 19). Além dos compostos sintetizados pelo organismo, é possível utilizar aqueles provenientes da dieta. Esses compostos são sintetizados de forma natural nas plantas e frutas e atuam como antioxidantes nos sistemas biológicos do organismo. Muitas pesquisas apontam que o poder antioxidante destas moléculas pode interagir nos processos que geram radicais livres, equilibrando o seu excesso prevenindo danos nos tecidos, proteínas e DNA diminuindo o risco de doenças crônicas degenerativas (COSTA e ROSA, 2010).

Figura 19 – Estrutura da glutationa



Fonte: (LEHNINGER, 2014)

2.4.2. Moléculas antioxidantes

Os antioxidantes são as moléculas que intervêm nos processos de oxidação. Fundamentalmente no processo de oxidação lipídica no organismo humano e nos alimentos. O termo correto para denominá-los seria inibidores da oxidação, embora atualmente seja usado o termo antioxidante. Seu uso na indústria alimentar é variado, por exemplo, como aditivos no retardamento do processo de oxidação lipídica nos alimentos, favorecendo a conservação do valor nutricional e qualidade sensorial (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Segundo a procedência da molécula, existem dois tipos de antioxidantes, os naturais e os sintéticos. A presente pesquisa visa estudar os antioxidantes naturais, que estão presentes nos alimentos funcionais. Os antioxidantes sintéticos são utilizados na preservação de alimentos e são compostos fenólicos substituídos por grupos alquílicos, altamente solúveis em gorduras e azeites. Os antioxidantes naturais estão presentes em praticamente todas as plantas e podem ser sintetizados por microrganismos, fungos e tecidos animais. A maioria dos antioxidantes é representada pelos compostos fenólicos, dos quais se derivam os flavonoides, ácidos fenólicos e tocoferóis. São utilizados basicamente para produzir alimentos funcionais ou medicamentos (MESSIAS, 2009; POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

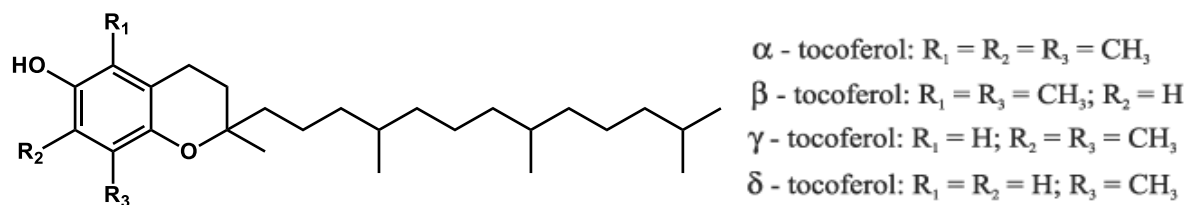
Os radicais livres são espécies muito reativas que podem reagir com óleos e gorduras dos alimentos. Como consequência formam compostos de odores fortes responsáveis pelo cheiro e sabor desagradáveis. Nas células, as moléculas que formam a membrana celular sofrem a mesma reação, sendo os antioxidantes o

sistema de defesa contra o excesso dos radicais livres. Podemos classificar os antioxidantes como primários ou secundários.

Os antioxidantes primários atuam como a primeira defesa, impedindo a formação de radicais livres. Os antioxidantes secundários promovem a inativação dos radicais livres, que são formados na etapa de iniciação da oxidação. Esse mecanismo consiste em doar átomos de hidrogênio aos radicais livres, interrompendo a reação em cadeia. Dessa forma, formam-se espécies inativas e um radical proveniente do antioxidante que é estabilizado por ressonância, tornando-se pouco reativo para propagar reações de oxidação (MESSIAS, 2009; POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Os principais antioxidantes naturais são compostos fenólicos e carotenoides. Dentre os compostos fenólicos mais estudados, destacam-se os tocoferóis e os flavonoides. Na figura 20, observa-se a estrutura básica dos tocoferóis, existem quatro isômeros (α , β , γ , δ) que são diferenciados pelo número de substituintes metilas no anel aromático. Os isômeros, alfa e gama, são os que têm maior atividade antioxidante (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

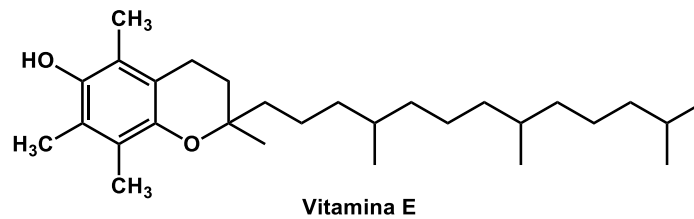
Figura 20- Estrutura dos tocoferóis



Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

O α -tocoferol ou vitamina E (Figura 21), é o mais importante deste grupo, tem a função de inibir os radicais presentes nos sistemas biológicos. É insolúvel em água (lipossolúvel) e caracteriza-se por aprisionar os radicais das membranas apolares nas células.

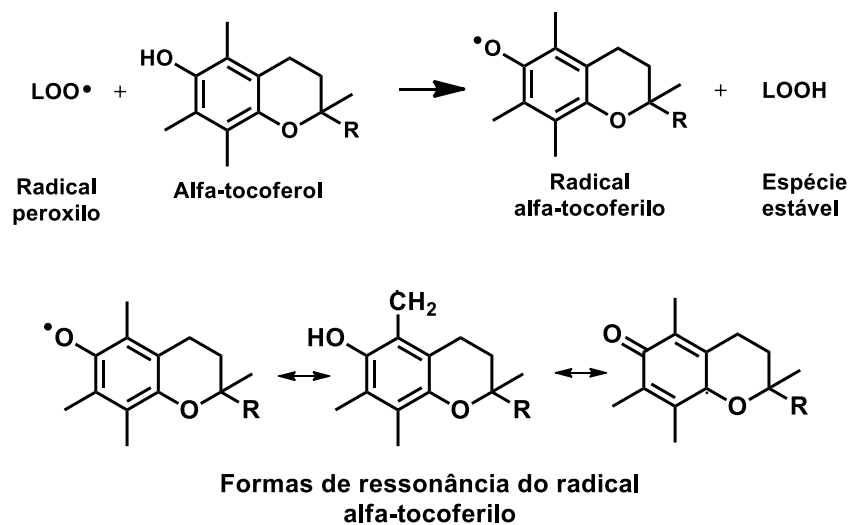
Figura 21- Estrutura da vitamina E (alfa-tocoferol)



Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Estes compostos atuam como doadores de hidrogênio do grupo hidroxila ao radical livre. O novo radical formado, a partir do tocoferol é estabilizado por ressonância através do anel aromático, para finalmente, formar produtos não radicalares (Figura 22).

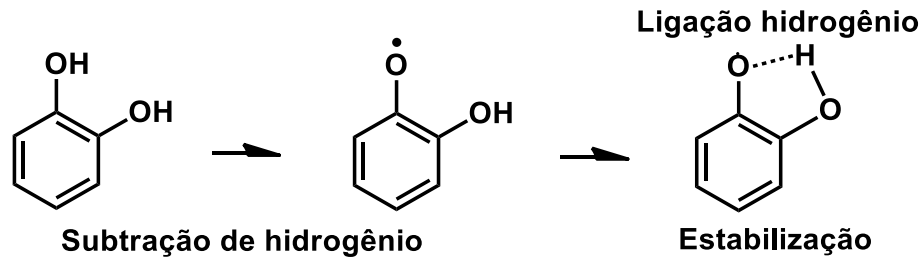
Figura 22 – Mecanismo de ação do alfa-tocoferol



Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Nos compostos fenólicos, a eficácia dos antioxidantes depende da reação entre o hidrogênio fenólico e os radicais livres, da estabilidade dos radicais formados na reação e dos substituintes químicos presentes nas estruturas básicas. As posições *orto* nos fenóis substituídos formam ligações hidrogênio intramoleculares durante a reação com radicais livres, por exemplo o 1,2-parahidroxibenzeno, provoca o aumento na estabilidade dos radicais formados (Figura 23).

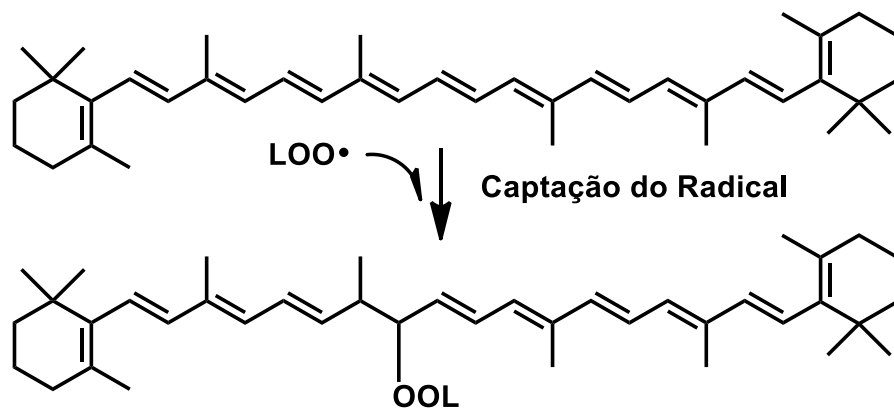
Figura 23 – Formação de ligações hidrogênio intramoleculares em fenóis orto substituídos



Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Os carotenoides têm duplas ligações conjugadas na sua estrutura que proporciona uma alta densidade eletrônica que confere mecanismo de sequestro ou captura de radicais que se realiza através da interação entre os antioxidantes e os radicais lipídicos. (POKORNY; YANISHLIEVA e GORDON, 2001). Na Figura 24, podemos ver o mecanismo de captação de radicais peroxilo por parte de uma molécula de carotenoide.

Figura 24 – Mecanismo de captação de radicais por moléculas de carotenoide

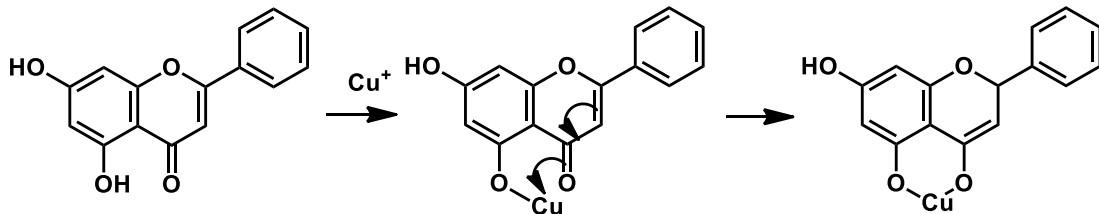


Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

Os antioxidantes também podem agir como quelantes, ou seja, como sequestradores de metais. Estes estabilizam as formas oxidadas dos metais, reduzindo seu potencial redox e evitando a oxidação dos mesmos, como consequência formam complexos (POKORNY; YANISHLIEVA e GORDON, 2001).

Na Figura 25, podemos observar o mecanismo de quelação de metais pelos flavonoides.

Figura 25 – Mecanismo de sequestro de radicais



Fonte: (POKORNY; YANISHLIEVA E GORDON, 2005).

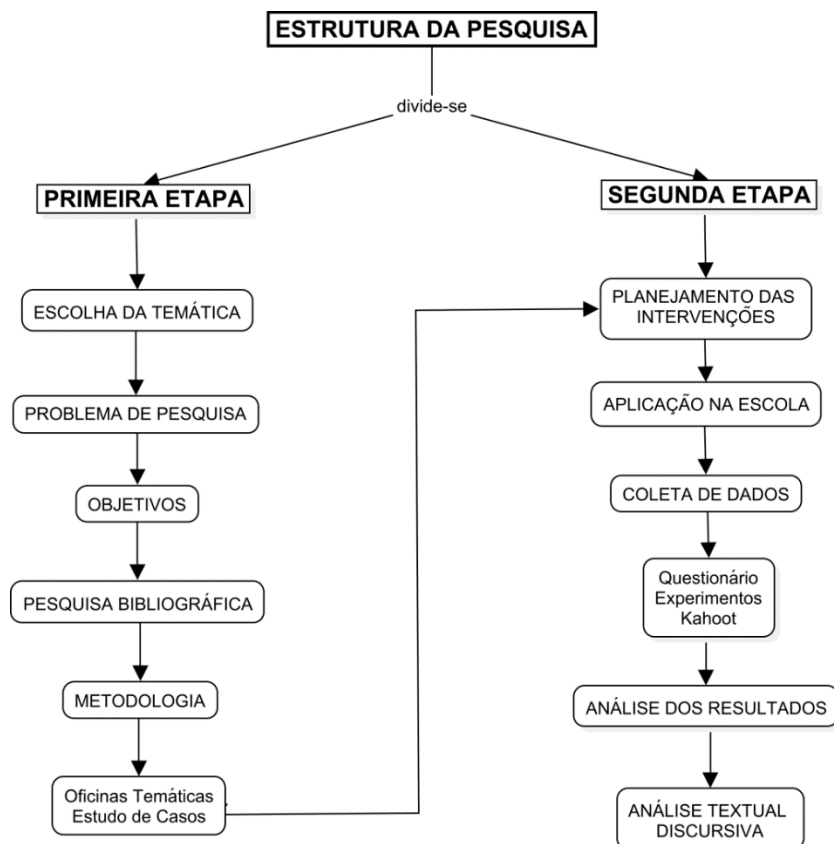
A presente pesquisa pretende proporcionar uma metodologia diferenciada aos estudantes, com vistas à compreensão dos conteúdos que aborda a temática “Funcionais e seu potencial Antioxidante”. Desta forma, é possível relacionar a composição química dos alimentos, com a atividade antioxidante, pois as mesmas possuem o papel fundamental na prevenção de risco de doenças crônicas transmissíveis que são causadas pelo estresse oxidativo como consequência do excesso de radicais livres.

CAPÍTULO 3. CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA.

Com base na questão norteadora do nosso problema de pesquisa, investigou-se “Como a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Química para estudantes da terceira série do ensino médio?”.

Diante disso, para alcançar o propósito desta pesquisa, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a temática, com intuito de verificar a abordagem do tema no ensino de química e buscar tanto subsídios teóricos quanto metodológicos para elaboração das metodologias e intervenções realizadas na escola. Esta pesquisa foi aplicada através de intervenções na escola distribuídas em duas oficinas temáticas para duas turmas de terceira série do ensino médio. A Figura 26 apresenta o fluxograma do caminho metodológico percorrido nesta pesquisa.

Figura 26 - Caminho metodológico da pesquisa



3.1. Primeira Etapa

3.1.1. Pesquisa Bibliográfica

Segundo Gil (2010) qualquer trabalho científico se inicia com uma pesquisa bibliográfica, permitindo ao pesquisador conhecer o que já foi estudado sobre o assunto que se deseja pesquisar. O autor também afirma que os periódicos constituem o meio mais importante para a comunicação científica, uma vez que, a disseminação do uso dos computadores e o desenvolvimento da internet possibilitam a comunicação formal de resultados de pesquisa originais.

Desta forma, considerou-se importante realizar um levantamento bibliográfico de artigos da área do ensino de Química que versem sobre a temática proposta nesta dissertação. Foram escolhidas quatro revistas, duas nacionais e duas internacionais. As revistas nacionais escolhidas foram: a Química Nova na Escola (QNEsc) e Revista Brasileira de Ensino de Química (RBEQ). As revistas internacionais foram *The Journal of Chemical Education* (JCE) e *Revista Enseñaza de las Ciencias* (REC).

A revista QNEsc faz parte da linha editorial da Sociedade Brasileira de Química e apresenta suas publicações trimestralmente. Seus objetivos são subsidiar o trabalho da comunidade Brasileira que atua no Ensino de Química, tanto na formação como na atualização de conteúdos, tendo uma linha editorial bastante ampla. Publica trabalhos que versam sobre temas variados para suscitar debates e reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Química. Os trabalhos publicados são oferecidos de forma gratuita para o uso da comunidade científica.

A revista RBEC conta com publicações semestrais. Procura o intercâmbio de conhecimentos, ideias e experiências relativas ao processo de ensino-aprendizagem de Química. Constitui-se como uma plataforma de acesso gratuito para a comunidade científica em geral, oferecendo publicações que tratam o conhecimento de uma forma interdisciplinar e transdisciplinar baseadas em questões éticas do meio ambiente e humanas.

O JCE é a revista catalogada como a mais influente e antiga na área da educação em Química no mundo todo, desde 1924, faz parte da *American Chemical Society* (ACS). Oferece suas publicações mensalmente, elas tratam sobre muitos temas atuais e inovadores que vão desde conteúdos químicos específicos até novas

metodologias no ensino-aprendizagem de Química. Seu acesso para o público em geral é restrito, mas para a comunidade científica que tem um cadastro é livre. A revista é muito bem conceituada e renomada na área da educação Química.

A Revista *Enseñanza de las Ciencias* é uma revista científica da Espanha. Oferece suas publicações quadrimestralmente relacionadas com a pesquisa na área de ensino-aprendizagem de ciências envolvendo nível de ensino básico ao superior. A sua finalidade é contribuir na melhoria do ensino fomentando a pesquisa na comunidade entre professores e pesquisadores na didática das ciências experimentais. É de livre acesso, favorecendo a troca de ideais e conhecimentos entre os pesquisadores na área da Educação.

Dessa forma, justificam-se as escolhas das revistas pela importância, aporte e relevância na área de ensino de química e seu livre acesso, principalmente para a comunidade de pesquisadores brasileiros. Estas forneceram de informações e subsídios para o desenvolvimento das nossas metodologias. Dessa forma, as mesmas convertem-se em alvos para posterior publicação do nosso trabalho. No Quadro 10 apresentamos a classificação Qualis de cada revista, segundo a CAPES.

Quadro 10 – Classificação do Qualis segundo a CAPES das revistas consultadas

REVISTA	NOME DA REVISTA	CONCEITO QUALIS	ÁREA
NACIONAL	Química Nova na Escola	B1	Ensino
	Revista Brasileira de Ensino de Química	B1	Ensino
INTERNACIONAL	<i>Journal of Chemical Education</i>	A2	Química
	<i>Enseñanza de las Ciencias</i>	A1	Ensino

Fonte: (Classificação do quadriênio entre 2013 e 2016 no site da CAPES. Acesso em Novembro de 2018).

Realizou-se a pesquisa entre o período que compreende o ano 2000 até o ano 2017 nas quatro revistas supracitadas. Esse período foi delimitado, pois foi a partir do ano 2000, que os alimentos funcionais começaram se destacar no mercado alimentício, bem como na comunidade acadêmica. Uma vez selecionados os periódicos, procedeu-se a pesquisa dos artigos que abordavam o tema em estudo por meio da busca dos termos: capacidade antioxidante, alimentos funcionais e

antioxidantes, no título, palavras-chave ou resumo. Além disso, realizou-se a busca destas palavras na língua inglesa e espanhola.

Desta forma, selecionamos os artigos que possuíam pelo menos um desses três termos para posterior análise.

Para análise dos artigos e sua abordagem, foi elaborada uma lista com 3 critérios:

1. Abordagem do artigo: teórico ou experimental.
2. Público alvo: estudantes de ensino médio ou graduação.
3. Conteúdos de química abordados.

Em relação ao primeiro critério, consideraram-se teóricos, os artigos que abordavam os pressupostos teóricos referentes ao tema em estudo e experimentais, aqueles que realizavam algum tipo de atividade experimental. Para o público alvo, procurou-se investigar os sujeitos das pesquisas, dos quais poderiam ser estudantes de ensino fundamental, médio, graduação ou público além da escola. Para o terceiro critério, verificou-se a utilização dos temas abordados nos trabalhos e os conteúdos de química que foram trabalhados.

Após, a identificação dos artigos, realizou-se uma leitura do material coletado, que segundo as ideias de Gil (2010), visa: identificar as informações e os dados constantes do material, estabelecer relações como o problema e analisar a consistência dessas informações. Em seguida, efetuou-se uma leitura exploratória, seletiva, analítica e interpretativa, com a finalidade de elaborar um fichamento detalhado de cada artigo, anotando as ideias principais para relacioná-las com a pesquisa.

Posteriormente, elaborou-se fichas com as informações que serviram de fundamentação ao longo da pesquisa. Para que essas fichas sejam funcionais, devem apresentar três campos: cabeçalho, referência e texto (GIL, 2010, p. 61). O cabeçalho consta o tema do estudo, a referência é a identificação da fonte. Já o texto, refere-se aos apontamentos, citações, esquemas, resumos e comentários, advindos da leitura dos artigos.

Esta pesquisa bibliográfica permitiu obter uma visão do número de trabalhos que abordam o tema em estudo, bem como encontrar alguma relação com a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante”. Além disso, investigou-se como a os conceitos relacionados à temática vem sendo contextualizada em sala de aula. Sendo assim, foi possível obter um panorama de

sua utilização, observando os diferentes cenários explorados nas pesquisas. Dessa forma, este levantamento bibliográfico forneceu subsídios teóricos e metodológicos para a elaboração e planejamento das intervenções que foram aplicadas na escola, daqui surgiram várias atividades experimentais aplicadas que foram aplicadas na escola.

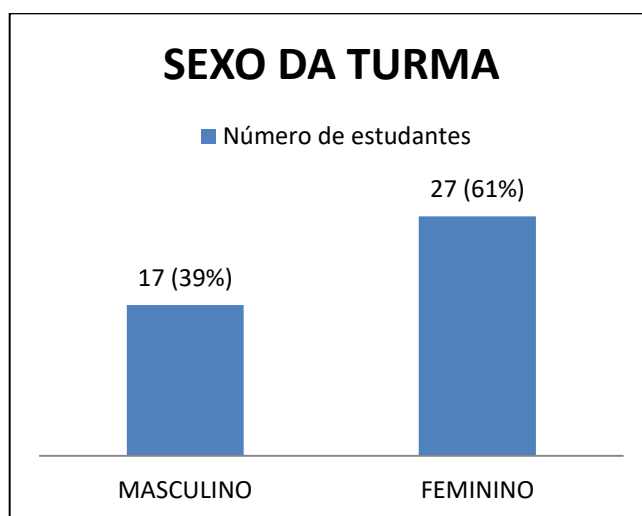
3.2. Segunda Etapa

3.2.1. Contexto da pesquisa

A aplicação das intervenções realizou-se na Escola Estadual de Ensino Médio Cilon Rosa de Santa Maria-RS, com a participação de duas turmas da terceira série do turno da manhã. O contato com a Vice-diretora da Escola do turno da tarde, integrante do grupo de pesquisa LAEQUI, permitiu a aplicação da pesquisa nesta instituição. O colégio conta com os recursos necessários para aplicação e desenvolvimento da pesquisa. A escola foi criada no dia 26 de agosto de 1946 como uma Escola Artesanal, onde se ofereciam os cursos de corte e costura, sem um local próprio. Em 1957 a escola passou por reestruturações e começou a atuar na área industrial, assim, entre 1963 a 1967 foi considerado um Colégio Industrial. Em 1966, passou a ocupar local próprio em um pavilhão na Av. Presidente Vargas onde está localizada até hoje. É considerada a maior escola de ensino médio na cidade, conta com um grande espaço físico. Dispõe de laboratório de Ciências, laboratório de Informática, quadra de esportes, biblioteca, cozinha e oficinas para o pessoal administrativo. Atualmente, conta com 828 estudantes no ensino médio, 130 estudantes no Ensino de Jovens e Adultos e 145 estudantes da educação especial. Trabalham na escola 96 pessoas entre professores e funcionários a escola e funciona em três turnos: matutino, vespertino e noturno.

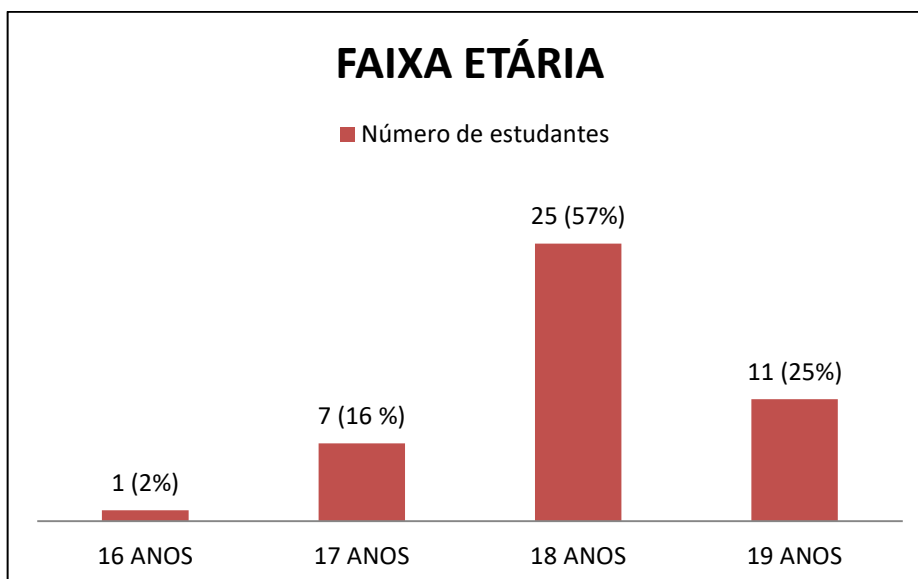
Os estudantes convidados para participar desta pesquisa somaram 44 no total, entre as duas turmas. Sendo 17 estudantes do sexo masculino representando o 39% e 27 estudantes do sexo feminino representando o 61% do total (Figura 27). A faixa etária dos participantes ficou entre 16 e 19 anos (Figura 28). Devemos ressaltar que em todas as intervenções houve oscilação no número de participantes, em nenhuma intervenção contamos com a totalidade dos estudantes.

Figura 27 - Sexo dos participantes



Fonte: Autores.

Figura 28 - Faixa etária dos participantes



Fonte: Autores.

3.2.2. Desenvolvimento das Intervenções

A aplicação das intervenções realizou-se a partir da última semana do mês de agosto até a primeira semana de dezembro, em encontros semanais, com um total de 16 intervenções. O tempo que foi disponibilizado para o desenvolvimento das intervenções foram os períodos da disciplina de Química, sendo 1 período correspondendo a 1 hora/aula ou 2 períodos correspondendo a 2 horas/aula.

Com base na pesquisa bibliográfica da primeira etapa desta pesquisa, foram planejadas as intervenções que foram desenvolvidas em sala de aula. O Quadro 11 apresenta uma síntese das atividades desenvolvidas e o tempo de duração de cada intervenção.

Quadro 11 – Descrição das intervenções

(continua)

Planejamento	Interv.	Atividades desenvolvidas	Duração
Apresentação da proposta	1	Atividade em grupo. Apresentação da proposta. Questionário Geral Inicial (Apêndice A).	1 h/a
Oficina temática: “Alimentos funcionais: sua composição e benefícios”	2	Explicação do uso do aplicativo <i>Kahoot</i> . <u>1º Momento pedagógico</u> Quiz diagnóstico: reconhecimento de funções orgânicas (Apêndice B). Vídeo: dez regras para uma alimentação saudável. ⁴	2 h/a
	3	Questionário inicial da 1ª Oficina (Apêndice C). <u>2º Momento pedagógico</u> Aula sobre alimentos funcionais (composição, benefícios).	1 h/a
	4	Aula sobre funções orgânicas.	1 h/a
	5	Questionário inicial leitura de rótulos e embalagens nos alimentos (Apêndice E). Aula sobre alimentação, energia e alimentos <i>diet</i> , <i>light</i> e funcionais.	1 h/a
	6	Explicação “Como ler os rótulos e embalagens nos alimentos”. <u>3º Momento pedagógico</u> Atividade de leitura, comparação e discussão dos rótulos nos alimentos.	2 h/a
	7	Questionário final leitura de rótulos e embalagens nos alimentos (Apêndice I).	1 h/a

⁴ Vídeo do canal de YouTube do Senado Federal. Publicado em 6 de abril de 2015. Disponível em: <<https://youtu.be/rDQv4IJMhT0>>. Acesso em Janeiro de 2018

(conclusão)

	8	Atividade experimental “Identificação de funções orgânicas” (Apêndice J).	2 h/a
	9	Vídeo musical: funções orgânicas ⁵ Quiz final: reconhecimento de funções orgânicas (Apêndice B). Questionário final da 1ª Oficina (Apêndice K).	1 h/a
Oficina temática: “Antioxidantes e radicais livres”	10	Quiz inicial sobre “antioxidantes e radicais livres” e Quiz inicial sobre “reações de oxidação-redução” (Apêndices L e M).	1 h/a
	11	<u>1º Momento pedagógico</u> Vídeo sobre doenças crônicas não transmissíveis ⁶ . Leitura dos textos: “Os velhos de Chernobyl” e “O elixir da juventude” (Apêndice N e O).	1 h/a
	12	<u>2º Momento pedagógico</u> Aula sobre Antioxidantes e radicais livres Vídeos sobre antioxidantes e radicais (UFSC) ⁷	1 h/a
	13	Aulas sobre reações de oxidação-redução Vídeo sobre reações de oxirredução em química orgânica ⁸	1 h/a
	14	<u>3º Momento pedagógico</u> Estudo de caso: Análise da capacidade antioxidante em substâncias bioativas (Apêndice P, Q e R).	2 h/a
	15	Quiz final sobre “antioxidantes e radicais livres” e Quiz final sobre “reações de oxidação-redução” (Apêndices L e M).	1 h/a
Encerramento	16	Vídeo: Alimentos Anti-inflamatórios (UFSM) ⁹ . Aplicação do questionário geral final (Apêndice S).	1 h/a
Total			20 h/a

Fonte: Autores.

A seguir, serão apresentadas detalhadamente as atividades realizadas em cada uma das intervenções.

⁵ Vídeo do canal de YouTube da Escola do Sebrae. Publicado em 28 de junho de 2016. Disponível em: <<https://youtu.be/bT1bVVgT9Fg>>. Acesso em Janeiro de 2018.

⁶ Vídeo do canal de YouTube da Carliane Angélica de Sousa. Publicado em 04 de junho de 2018. Disponível em: <<https://youtu.be/5I1SVKcRwTY>>. Acesso em Junho de 2018.

⁷ Vídeo do canal de YouTube da Daiany Miranda. Publicado em 17 de abril de 2017. Disponível em: <https://youtu.be/Ai_nFiKQZ4w>. Acesso em Janeiro de 2018.

⁸ Vídeo do canal de YouTube Kuadro. Publicado em 04 de novembro de 2014. Disponível em: <<https://youtu.be/fdLSiBU6k9M>>. Acesso em Janeiro de 2018.

⁹ Vídeo do canal de YouTube Canal TV Notícias da Globo Repórter. Publicado em 23 de junho de 2014. Disponível em: <<https://youtu.be/UQspfdVGBPg>>. Acesso em Janeiro de 2018.

3.2.2.1. *Apresentação da proposta*

A primeira intervenção consistiu na apresentação do pesquisador e da proposta da pesquisa. Primeiramente, realizou-se uma atividade em grupo, esta atividade consistiu em um jogo de memória, cada estudante tinha que falar seu nome em modo de apresentação. Os estudantes sentados na sua própria cadeira falavam primeiro o nome do colega seguido pelo nome deles. Ao final o pesquisador teria que lembrar o nome de todos e falar seu próprio nome. O principal objetivo desta atividade foi gerar um clima de confiança e empatia com os estudantes. Após, foi aplicado o questionário inicial da pesquisa (Apêndice A) com o intuito de investigar, suas opiniões e concepções sobre a compreensão da disciplina de Química e sua relação com o cotidiano. Além do uso de atividades diferenciadas dentro de sala de aula, bem como a relação entre química, saúde e alimentação.

3.2.2.2. *Oficina temática: Alimentos Funcionais, sua composição e seus benefícios.*

Desde a segunda até a nona intervenção é correspondente ao desenvolvimento da primeira oficina temática intitulada “Alimentos Funcionais, sua composição e seus benefícios”. Essa oficina temática foi planejada, de acordo com os pressupostos teóricos sugeridos por Marcondes (2008), Braibante e Pazinato (2014), e estruturada por meio dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angiotti e Pernambuco (2002), conforme descrito a seguir:

O 1º Momento Pedagógico (problematização inicial) foi contemplado na segunda intervenção. Iniciou-se com a apresentação do aplicativo *Kahoot*, utilizando um projetor multimídia, para que os estudantes pudessem entender seu funcionamento e utilização. Evidencia-se a importância deste aplicativo como um instrumento que acompanha a construção do conhecimento, pois além de ajudar na coleta de dados mediante questionários, permite o professor perceber os conhecimentos prévios e diagnosticar as deficiências dos estudantes.

Após o entendimento do funcionamento do aplicativo, procedeu-se na aplicação do *Quiz* diagnóstico (Apêndice B) do reconhecimento de funções orgânicas (Figura 29). Ressaltamos que os estudantes demonstraram muita

curiosidade e motivação na utilização deste aplicativo. O aplicativo permite, de uma forma divertida como um jogo, responder os questionários, dando uma pontuação aos jogadores. O colégio contava com acesso à internet, embora nem sempre funcionasse. Dessa forma, o pesquisador optou por compartilhar a internet através do seu telefone em todas as intervenções que precisavam do aplicativo, assim os estudantes eram convidados para responderem em duplas ou individualmente. Na figura 29 podemos observar como os estudantes jogaram com o aplicativo em sala de aula.

Figura 29 - Estudantes jogando o aplicativo *Kahoot*



Fonte: Autores.

Depois de ter jogado com o aplicativo, os estudantes assistiram a um vídeo intitulado “Dez Regras para uma Alimentação Saudável”¹⁰. Este vídeo foi selecionado, pois mostra como o consumo de alimentos frescos, cozinhar nossa própria comida e fazer as refeições em companhia de amigos é um benefício na

¹⁰ Vídeo do canal de YouTube do Senado Federal. Publicado em 6 de abril de 2015. Disponível em: <<https://youtu.be/rDQv4IJMhT0>>. Acesso em Janeiro de 2018

procura de uma boa alimentação. Dessa maneira, almejou-se despertar a curiosidade, problematizar a temática e possibilitar reflexões e discussões sobre uma alimentação saudável e alimentos funcionais.

Para gerar a discussão, os estudantes foram questionados, por meio das seguintes questões:

- O que achou do vídeo? Foi interessante?
- Que tipo de Alimentos, você observou no vídeo? Alimentos Naturais ou industrializados?
- Vocês acreditam que os alimentos podem beneficiar a saúde e o bem-estar das pessoas?
- Em sua opinião, qual seria a composição dos alimentos responsáveis por fornecer benefícios na nossa saúde?

As discussões foram desenvolvidas em sala de aula entre o pesquisador e os estudantes.

O 2º Momento Pedagógico (Organização do conhecimento) ocorreu desde a terceira até a quinta intervenção, onde se aprimora a construção do conhecimento em torno aos conceitos básicos sobre alimentos funcionais e seu relacionamento com funções orgânicas.

Na terceira intervenção aplicou-se o questionário inicial da oficina “Alimentos funcionais, sua composição e benefícios” (Apêndice C), com o objetivo de detectar os conhecimentos prévios nos estudantes em relação aos alimentos funcionais. A seguir, realizou-se uma apresentação de slides em *Power Point* através do projetor multimídia, contextualizando a temática com o cotidiano. Apresentou-se o que é considerado como alimento funcional, seu conceito, a classificação das substâncias que compõem estes alimentos, suas características e benefícios. Para contribuir com a compreensão dos conceitos supracitados, forneceu-se aos estudantes de um infográfico/infografia¹¹ (Apêndice D) em forma de resumo para ser utilizado no decorrer do desenvolvimento da apresentação.

A organização do conhecimento continuou com o desenvolvimento da quarta intervenção, onde foram apresentados, por meio de slides, os conceitos de funções

¹¹ **Um infográfico**, ou a arte da **infografia**, é caracterizado por ilustrações explicativas sobre um tema ou assunto. Infográfico é a junção das palavras *info* (informação) e *gráfico* (desenho, imagem, representação visual), ou seja, um infográfico é um desenho ou imagem que, com o auxílio de um texto, explica ou informa sobre um assunto que não seria muito bem compreendido somente com um texto.

orgânicas e grupos funcionais com o intuito de lembrar estes conceitos para relacioná-los com os conceitos científicos sobre alimentos funcionais. Foram apresentadas várias moléculas com propriedades funcionais, suas estruturas e características, além dos seus benefícios para que os estudantes relacionassem as funções orgânicas presentes nos alimentos funcionais com os conteúdos de química, com a finalidade de auxiliar no reconhecimento e identificação das funções.

A quinta intervenção começou com a aplicação de um questionário sobre leitura de rótulos e embalagens nos alimentos. Os estudantes receberam um questionário (Apêndice E) com o intuito de conhecer se tinham o hábito de ler os rótulos dos alimentos, suas concepções sobre alimento, composição básica e diferenças entre alimentos funcionais, *diet* e *light*.

Após, por meio de slides em *power point* ministrou-se uma aula sobre alimentação, energia e diferenças entre alimentos funcionais, *diet* e *light*, forneceu-se aos estudantes dois infográficos para acompanhar a aula (Apêndice F e G).

O 3º Momento Pedagógico (aplicação do conhecimento) ocorreu da sexta até a nona intervenção. Neste momento foram realizadas atividades em grupo para aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores.

Na sexta intervenção, iniciou-se com a explicação de como ler os rótulos e embalagens nos alimentos, foram usados os infográficos já fornecidos na intervenção anterior como ajuda para a leitura. Em seguida foram distribuídos, entre os estudantes, cinco pares de alimentos. Entre os quais estavam um alimento normal e seu homônimo (*diet*, *light*, funcional), estes alimentos foram: suco de uva, requeijão, bolacha (minicookies), bolacha *wafer* e aveia (Figura 30).

Figura 30 - Alimentos fornecidos para leitura dos rótulos



Fonte: Autores.

Dessa forma, os estudantes foram organizados em duplas e convidados para diferenciar os alimentos através da leitura dos rótulos e embalagens. O pesquisador forneceu aos estudantes um material impresso (Apêndice H) com uma tabela para que fosse preenchida contendo os seguintes itens: calorias totais; quantidade em gramas de carboidratos, gorduras totais, proteínas, sal e açúcar; ingredientes diferentes e; mensagem de auxílio na saúde (um AF tem essa mensagem na sua embalagem). Para completar esta atividade, os estudantes foram convidados a experimentarem os alimentos e assim notar a diferença existente de acordo as características sensoriais dos alimentos. Na figura 31 podemos observar os estudantes realizando esta atividade.

Figura 31 - Estudantes realizando a leitura de rótulos



Fonte: Autores.

Na sétima intervenção foi aplicado individualmente o questionário final sobre a leitura de rótulos e embalagens dos alimentos (Apêndice I). Dessa forma, o objetivo desta atividade foi fomentar a leitura consciente dos rótulos e principalmente a diferenciação dos alimentos funcionais dos outros alimentos. Assim, os estudantes podem compreender a rotulagem que traz um alimento na sua embalagem.

A oitava intervenção, caracterizou-se por ser uma atividade experimental que foi realizada no laboratório de Química da escola. Consistiu de três experimentos qualitativos para identificar substâncias bioativas, sendo estes: identificação de duplas ligações nos ácidos graxos do azeite de oliva, identificação de aldeídos e cetonas nos compostos fenólicos dos chás e identificação dos polifenóis presentes no suco de caju. As turmas foram divididas em grupos, cada grupo recebeu um roteiro experimental (Apêndice J) contendo o procedimento para a realização de cada experimento, além disso, foi proporcionado para cada grupo um *kit* com os materiais e reagentes a serem utilizados (Figura 32). Após o pesquisador explicou a fundamentação teórica dos experimentos.

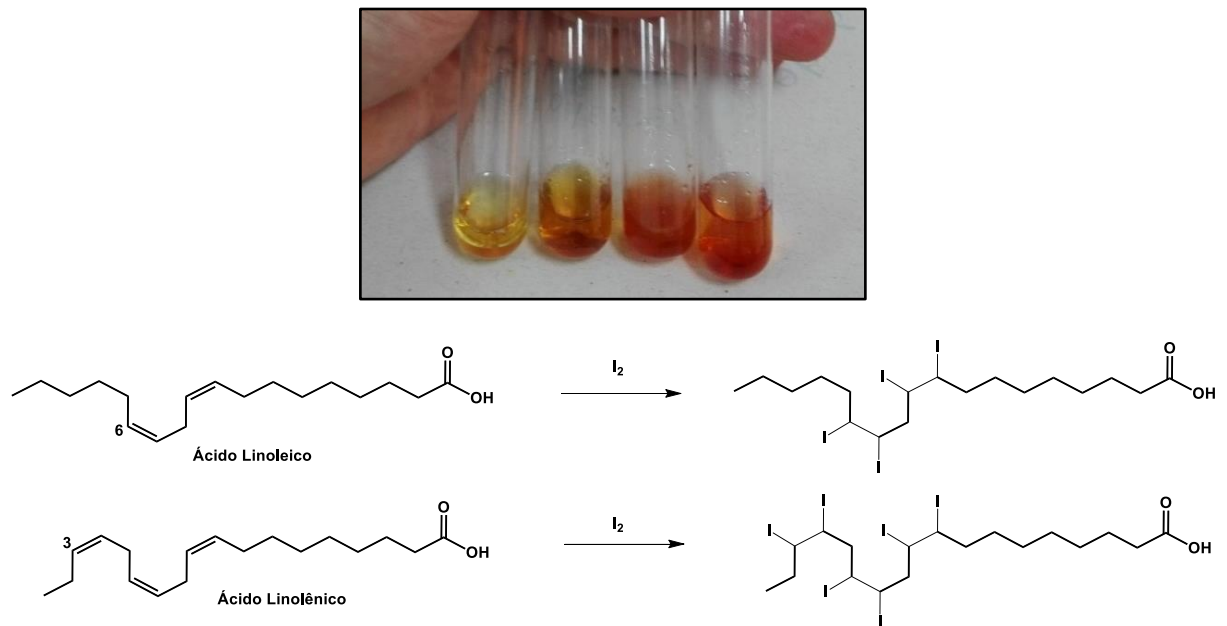
Figura 32 - *Kit* de materiais e reagentes



Fonte: Autores.

No primeiro experimento, as amostras foram: óleo mineral, azeite de oliva e óleo de canola e uma solução de iodo ou tintura de iodo para os testes. Ao adicionar duas gotas da solução de iodo em uma amostra que contém insaturação, observa-se o desaparecimento gradual da cor do iodo, pela presença de ligações duplas (Figura 33). Neste experimento, a adição da solução de iodo no óleo mineral (não apresenta ligações duplas) a cor do iodo não desaparece, enquanto que com o azeite de oliva acontece um descoloramento gradual e no óleo de canola (com mais ligações duplas do que o azeite de oliva) o desaparecimento da cor é mais rápido. A reação com iodo não é instantânea, o descoloramento ocorre após alguns minutos, o resultado final é uma solução descolorida, sendo esta a confirmação da presença de duplas ligações na amostra (BLATCHLY, DELEN e O' HARA, 2014).

Figura 33 - Identificação de duplas ligações no azeite de oliva

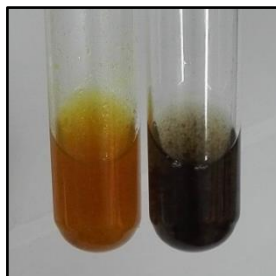


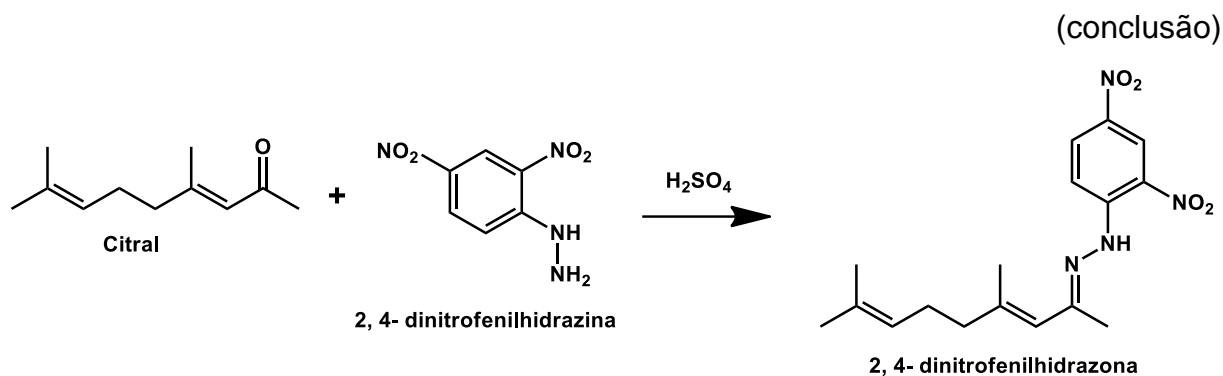
Fonte: Autores.

No segundo experimento, foram usadas duas amostras, uma de chá de erva cidreira e outra de chá verde e os reagentes 2,4-dinitrofenilhidrazina e cloreto férrico. O chá de erva cidreira contém o princípio ativo Citral que reage com a 2,4-dinitrofenilhidrazina, formando a 2,4-dinitrofenilhidrazona com coloração amarela escura. O chá verde contém catequina que é um composto fenólico, assim foi utilizado cloreto férrico a 3%, a reação acontece quando muda a coloração pela formação do complexo de cor escura (BRAIBANTE et al., 2014; ERIVALDO et al., 2017) (Figura 34).

Figura 34 - Identificação de aldeídos nos chás

(continua)

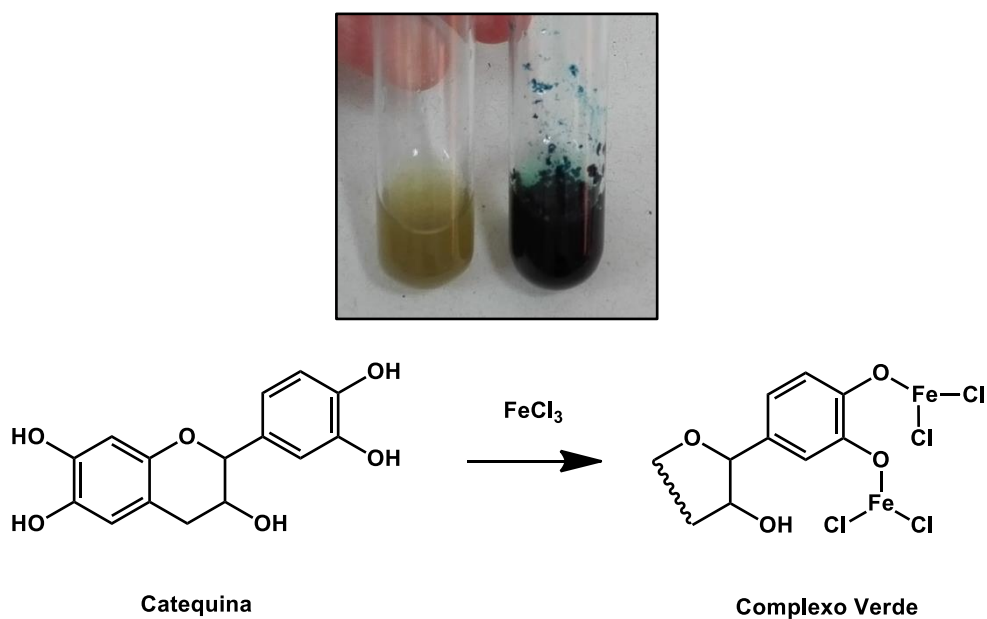




Fonte: Autores.

No terceiro experimento, usou-se suco de caju que contém uma ampla variedade de polifenóis, estes compostos por terem na sua estrutura a função fenol podem complexar o íon Fe^{3+} proveniente do cloreto férrico provocando assim a precipitação e mudança de cor da solução do suco em uma coloração esverdeada escura, também foi adicionado ferrocianeto de potássio que forma o complexo chamado azul de Prússia (DIAS et al., 2014) (Figura 35). Para finalizar a atividade experimental, os estudantes tinham que anotar os resultados e explicar o que aconteceu em cada experimento.

Figura 35 - Identificação de polifenóis no suco de caju



Fonte: Autores.

Na Figura 36, observam-se os estudantes das duas turmas realizando esta atividade experimental.

Figura 36 - Estudantes realizando a atividade experimental



Fonte: Autores.

Na nona intervenção, os estudantes assistiram a um vídeo¹² “Aula de Química /Identificação das Funções Orgânicas / Prof. Gilson - Escola do Sebrae” que é uma música produzida por um professor de Química. Esse vídeo utiliza as funções orgânicas como letra da música, assim, nosso objetivo foi lembrar aos estudantes os conteúdos para identificação de funções orgânicas. Após, os estudantes foram convidados para jogar com o *Kahoot* o “Quiz final” (Apêndice B), semelhante ao *Quiz* inicial desta oficina. Desta forma, avaliou-se o aprendizado dos estudantes sobre as funções orgânicas presentes nas substâncias que contém os alimentos funcionais. Ao final os estudantes responderam o questionário final da oficina temática (Apêndice K) relativo aos alimentos funcionais.

¹² Vídeo do canal de YouTube da Escola do Sebrae. Publicado em 28 de junho de 2016. Disponível em: <<https://youtu.be/bTlbVVgT9Fg>>. Acesso em Janeiro de 2018.

3.2.2.3. Oficina temática: Antioxidantes e radicais livres

Esta oficina temática foi desenvolvida da décima até a décima quinta intervenção. O objetivo desta oficina foi contextualizar o conteúdo de reações químicas de oxidação-redução, por meio do potencial antioxidante das substâncias bioativas presentes nos alimentos funcionais. Portanto abordou-se também como estas moléculas combatem o excesso de radicais livres gerados nos processos de respiração celular, os quais podem ser os agentes que causam o estresse oxidativo nas células, gerando dano celular, e conseqüentemente, as chamadas doenças crônicas não transmissíveis.

Na décima intervenção, os estudantes foram convidados a jogar com o *Kahoot*. Aplicou-se dois *Quiz* iniciais, o primeiro “antioxidantes e radicais livres” (Apêndice L) com o intuito de investigar seus conhecimentos prévios sobre o tema; o segundo, “reações de oxidação-redução” (Apêndice M) com o objetivo de diagnosticar o conhecimento prévio dos estudantes sobre reações químicas de oxirredução. Como podemos observar na Figura 37, os estudantes jogando com o aplicativo em sala de aula.

Figura 37 - Estudantes jogando o aplicativo *Kahoot*



Fonte: Autores.

O 1º Momento Pedagógico (problematização inicial) foi contemplado na décima primeira intervenção. Onde foi assistido o vídeo “Doenças ou agravos não transmissíveis”¹³, esse vídeo trata o conceito, causa, prevenção e tratamento de doenças não transmissíveis. Posteriormente foi realizada a leitura de dois textos: “O

¹³ Vídeo do canal de YouTube da Carliane Angélica de Sousa. Publicado em 04 de junho de 2018. Disponível em: < <https://youtu.be/5I1SVKcRwTY> >. Acesso em Junho de 2018.

elixir da Juventude” e “Os Velhos de Chernobyl” (AUGUSTO, 2006) (Apêndice N e O).

Esses textos tratam em duas histórias de conceitos referentes aos radicais livres e antioxidantes junto com seu efeito na saúde humana. Assim, os estudantes foram questionados e convidados a expor suas ideias sobre o assunto. Aqui, utilizou-se uma estratégia de leitura chamada “Marca páginas de *Post-it*” (MOSS e LOH, 2012), na qual se utiliza *post-its* como marcadores de páginas, utilizando os sinais: o ponto de exclamação “!” que refere-se a uma parte interessante do texto; a letra “V” que identifica um vocábulo não conhecido; o ponto de interrogação “?” que identifica algo confuso do texto e; o sinal “#” que indica uma ilustração, mapa ou tabela que ajudaram na compreensão do texto. Ressaltamos que como os textos não eram muito longos, não foi utilizado os *Post-it*, mas os estudantes foram convidados a marcarem com caneta os trechos do texto utilizando os símbolos anteriormente descritos. A Figura 38, mostrará vários estudantes realizando esta atividade.

Figura 38 - Estudantes realizando a leitura dos textos



Fonte: Autores.

O 2º Momento Pedagógico (Organização do conhecimento) foi contemplado na décima segunda e décima terceira intervenções, na qual foi realizada uma apresentação com slides sobre os conceitos de antioxidantes e radicais livres, os fatores seus efeitos e sua origem. Em seguida, foi assistido o vídeo “Radicais Livres e os Principais Antioxidantes da Dieta”¹⁴, elaborado por estudantes da Universidade

¹⁴ Vídeo do canal de YouTube da Daiany Miranda. Publicado em 17 de abril de 2017. Disponível em: <https://youtu.be/Ai_nFIKQZ4w>. Acesso em Janeiro de 2018.

Federal de Santa Catarina, explicando os benefícios dos antioxidantes no organismo. O vídeo teve como finalidade fixar os conceitos explorados, além de complementar a explicação do pesquisador sobre os temas abordados anteriormente. Desta forma, foi realizada uma discussão em torno das concepções e pensamentos dos estudantes sobre o vídeo, realizando os seguintes questionamentos:

- Quais as principais causas para a origem de radicais livres em nosso organismo?
- Quais são as principais funções dos antioxidantes?
- Quando há uma quantidade excedente de radicais livres no organismo, o que pode acontecer?
- Você conhece pessoas que possuem alguma DCNT?
- Você acredita que uma alimentação saudável, rica em antioxidantes, possa beneficiar a saúde?

Seguindo com a organização do conhecimento, na décima terceira intervenção, desenvolveu-se uma aula sobre o conteúdo de reações de oxirredução. O objetivo desta aula foi contextualizar os conteúdos de reações de oxidação-redução que fazem parte do nosso dia-a-dia e, sobretudo, no organismo humano. Após foi assistido o vídeo “Conceitos básicos de oxirredução”¹⁵, explicando os conceitos básicos das reações de oxidação e redução com finalidade fixar os conceitos, além de complementar a explicação do pesquisador.

O 3º Momento Pedagógico (Aplicação do conhecimento) ocorreu na décima quarta intervenção, no laboratório de Química da escola, onde as turmas foram divididas em dois grupos. Assim, os estudantes resolveram um estudo de caso dirigido utilizando um experimento sobre a atividade antioxidante de substâncias por meio da reação de quimioluminescência.

Inicialmente o pesquisador forneceu 4 pulseiras *lightstick* a cada grupo com o objetivo de instigar os estudantes a pensarem sobre o funcionamento das mesmas. Dessa forma, o pesquisador explicou o funcionamento das pulseiras no quadro enfatizando a emissão de luz produzida pela excitação do corante que contem a pulseira (Figura 39).

¹⁵ Vídeo do canal de YouTube Kuadro. Publicado em 04 de novembro de 2014. Disponível em: <<https://youtu.be/fdLSiBU6k9M>>. Acesso em Janeiro de 2018.

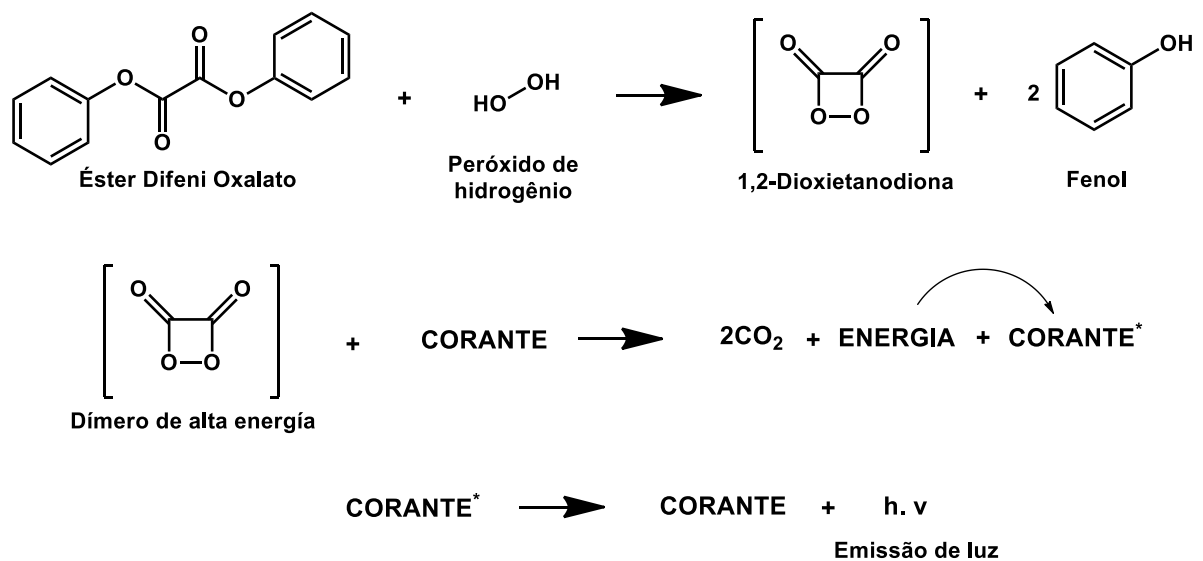
Figura 39 - Explicação do funcionamento das *lighsticks*



Fonte: Autores.

O processo excitação inicia quando o éster difenil oxalato e o peróxido de hidrogênio são misturados, acontecendo uma reação de oxidação. Esta reação produzirá um dímero (1,2-dioxietanodiona) que é um composto altamente reativo e instável. Assim, o dímero se decompõe em duas moléculas de CO_2 liberando energia que ao mesmo tempo excitará o corante presente na mistura. Imediatamente, após de excitado, o corante volta ao seu estado fundamental como consequência é produzida a emissão de luz que observamos nas pulseiras. Na Figura 40, apresentamos as reações químicas que acontecem no processo de emissão de luz nas *lighsticks*.

Figura 40 - Esquema reacional no processo de emissão de luz nas *lighsticks*



Fonte: (WIECZOREK, 2011).

Após as explicações do pesquisador, os estudantes receberam o estudo de caso (Apêndice P) para resolver. O objetivo do estudo de caso era ajudar a Leonora, realizando uma análise das substâncias que ela enviara ao Laboratório Cilon Rosa (Quadro 12) para analisar a capacidade antioxidante de 3 amostras (chá verde; chá de frutas de mirtilo, framboesa e groselha preta; vitamina C).

Quadro 12 - Estudo de caso

Santa Maria, 30 de novembro de 2018

Ao Laboratório de Análises Químicas Cilon Rosa.

Bom dia!

Estou entrando em contato com vocês, por recomendação do meu professor de Química, porque preciso realizar umas análises.

Meu nome é Leonora, sou estudante de uma escola estadual em Júlio de Castilhos e represento meus colegas estudantes da terceira série. Na disciplina de Química, estamos estudando os alimentos funcionais e suas propriedades antioxidantes. Assim, como projeto final para apresentar na Jornada Acadêmica Integral (Jovem) na UFSM e pretendemos desenvolver uma bebida com propriedades antioxidantes.

Diante disso, gostaria de solicitar a realização da análise da capacidade antioxidante das substâncias para poder produzir nossa bebida. Dessa forma, enviarei 3 amostras para serem analisadas. Precisamos saber, em ordem decrescente, a capacidade antioxidante das amostras. Gostaria também saber quais substâncias elas contêm, além da sua recomendação das possíveis fontes alimentares e benefícios destas.

Desde já agradeço,

Atenciosamente,

Leonora

Fonte: Autores.

Após da leitura do estudo de caso, os estudantes foram questionados sobre como eles poderiam ajudar a Leonora. Dessa forma, o pesquisador forneceu um estudo dirigido (Apêndice Q), que continha a descrição da técnica experimental para demonstrar a capacidade antioxidante das amostras baseando-se na intensidade de luz emitida. Com a finalidade de auxiliar os estudantes na argumentação para a resolução do estudo de caso, foi disponibilizado um quadro com informações sobre substâncias bioativas, seus benefícios e suas fontes alimentares (Apêndice R). Assim, para cada grupo foi disponibilizado um *kit* com os materiais e reagentes a serem utilizados na análise (Figura 41).

Figura 41 - *Kit* para a análise da capacidade antioxidante



Fonte: Autores.

A Figura 42 apresenta os estudantes das duas turmas realizando a análise da capacidade antioxidante.

Figura 42 - Estudantes realizando a análise da capacidade antioxidante



Fonte: Autores.

Finalmente, após as análises das amostras e com base nos resultados obtidos, os estudantes tinham que responder o e-mail para a Leonora, descrevendo em ordem decrescente a capacidade antioxidante de cada amostra, além disso,

tinham que fornecer informações sobre as possíveis fontes e benefícios das moléculas bioativas que continha cada amostra. Na Figura 43, observam-se os estudantes resolvendo o estudo de caso.

Figura 43 - Estudantes durante a resolução do estudo de caso



Fonte: Autores.

Já na décima quinta intervenção, os estudantes foram convidados a jogar com o aplicativo *Kahoot*. Assim, aplicaram-se dois *Quiz* finais, similares aos iniciais da décima intervenção. O primeiro “antioxidantes e radicais livres” (Apêndice L) e, o segundo, “reações de oxidação-redução” (Apêndice M). Dessa forma, foi possível avaliar a construção do conhecimento dos conteúdos apresentados nesta oficina.

3.2.2.4. Encerramento

A décima sexta intervenção correspondeu ao encerramento. Inicialmente, foi apresentado um vídeo “Pesquisa revela os 40 alimentos com maior poder anti inflamatório”¹⁶ elaborado por pesquisadores da UFSM. Esse vídeo aborda a importância de uma alimentação saudável e apresenta a elaboração de um almoço com os principais alimentos anti-inflamatórios de origem natural. O propósito do vídeo é propor aos estudantes a realização de uma atividade similar em suas casas fomentando o consumo de alimentos naturais.

Finalmente, os estudantes responderam ao questionário geral final da pesquisa (Apêndice S), similar ao questionário inicial com objetivo de investigar as opiniões sobre as estratégias utilizadas em sala de aula, construção do

¹⁶ Vídeo do canal de YouTube Canal TV Notícias da Globo Repórter. Publicado em 23 de junho de 2014. Disponível em: < <https://youtu.be/UQspfdVGBPg>>. Acesso em Janeiro de 2018.

conhecimento com base nos conceitos e conteúdos abordados nas oficinas e a relação da química com o seu cotidiano.

3.2.3. Instrumentos para coleta de dados

Esta pesquisa apresenta um caráter predominantemente qualitativo e as oficinas temáticas serão baseadas nos três momentos pedagógicos, por meio da utilização da Problemática inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002).

Para Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa caracteriza-se em apresentar uma fonte direta de dados e o ambiente natural. O pesquisador participa como o principal instrumento e os dados coletados são descritivos. Assim, considera-se importante todo o processo e não somente os resultados finais.

Para avaliar a metodologia utilizada, bem como a aprendizagem dos estudantes, pretendem-se utilizar vários instrumentos para a coleta de dados tais como: questionários investigativos, relatórios das experimentações, estudos de casos, aplicativo *Kahoot* (TIC).

Para Leite (2015) é importante a utilização de tecnologias na educação, não importa a modalidade em que estas sejam aplicadas. Elas podem criar novas formas de relação entre professores e estudantes, como também, a forma de rever o relacionamento da escola com o meio social.

O questionário é um instrumento que contém questões interpretativas que serão respondidas pelos estudantes. Estas questões serão objetivas e abertas e serão aplicadas ao início, meio e ao final das oficinas, com a finalidade de diagnosticar os conhecimentos prévios sobre o tema durante todas as etapas da pesquisa (GIL, 2010).

3.2.4. Metodologia de análise dos resultados

Para analisar os resultados da presente pesquisa, utilizou-se a análise textual discursiva, o qual consiste na desconstrução dos textos obtidos na coleta de dados, seguida da criação das categorias, cujo foco é agrupar as repostas semelhantes, com vistas a emersão de novas compreensões (MORAES e GALIAZZI, 2016). O Quadro 12 apresenta as etapas da Análise Textual Discursiva.

Quadro 13 - Etapas da análise textual discursiva

ETAPAS	NOME	DESCRIÇÃO
1	Desmontagem dos textos (Unitarização)	Examina os materiais para fragmentá-los formar as unidades constituintes, ou seja, enunciados referentes aos fenômenos estudados.
2	Estabelecimento de relações (Categorização)	Caracteriza-se por construir relações, combinando e classificando as unidades bases para compreender como essas unidades podem ser categorizadas.
3	Novo emergente (Metatexto)	Consiste na compreensão renovada do todo que gerará um metatexto, explicitando a compreensão existente com produto da combinação dos elementos construídos nas etapas anteriores.
4	Novas compreensões	Consiste na análise das etapas anteriores e constitui um processo auto-organizado, do qual emergirão as novas compreensões.

Fonte: Adaptação de Moraes (MORAES E GALIAZZI, 2016).

CAPÍTULO 4. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos durante as duas etapas desta pesquisa. A primeira etapa consistiu na análise de publicações que versavam sobre a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” com o propósito de fornecer subsídios, tanto teóricos quanto metodológicos para a pesquisa. A segunda etapa correspondeu à análise dos resultados obtidos a partir das atividades desenvolvidas nas intervenções com duas turmas de terceira série de ensino médio em uma escola da cidade de Santa Maria.

4.1. Primeira Etapa

4.1.1. Pesquisa Bibliográfica em revistas de ensino de Química

Realizou-se a busca nos sites de cada revista, por meio da utilização dos seguintes termos: alimentos funcionais, capacidade antioxidantes e antioxidantes (português, inglês e espanhol). Foram encontrados 21 artigos na revista *Química Nova na Escola* (QNEsc); 3 artigos na *Revista Brasileira de Ensino de Química* (RBEC); 66 artigos na revista *The Journal of Chemical Education* (JCE) e nenhum artigo na revista *Enseñaza de las Ciencias*. Destas 90 publicações, realizou-se a seleção dos artigos que versavam sobre o tema proposto. Verificou-se se os termos (alimentos funcionais, capacidade antioxidante e antioxidantes) estavam presentes no título, no resumo ou nas palavras-chave. Desta forma, foram selecionados 14 artigos do JCE e 14 artigos da QNEsc que possuíam pelo menos um dos três termos, para realizar a leitura e análise. Devemos ressaltar que 2 destes artigos analisados pertencem ao grupo LAEQUI, sendo de autoria de Braibante e Pazinato. Os três artigos encontrados na RBEC, foram descartados da seleção, pois não versavam sobre o tema proposto e não se encontraram nenhum dos três termos utilizados na escolha. A Tabela 3 apresenta o número de artigos, por ano, que foram analisados.

Tabela 3 – Número de artigos encontrados por ano

ANO	QNEsc	JCE
2000		1
2001		
2002		
2003	1	
2004		
2005	1	1
2006	1	
2007		
2008	1	
2009	1	1
2010		
2011		2
2012	1	2
2013	1	1
2014	3	1
2015		3
2016	2	1
2017	2	1
SUBTOTAL	14	14
TOTAL		28

Fonte: Dados da pesquisa

Encontramos dois artigos com autoria do LAEQUI, o primeiro intitulado “A Química dos Chás”, apresenta uma abordagem teórica atrelando os conteúdos entre funções orgânicas e a temática Chás. O segundo artigo intitulado “Oficina Temática Composição dos Alimentos: Uma possibilidade para o ensino de Química”, tendo uma abordagem teórico-experimental através da contextualização entre alimentos e os conteúdos de funções orgânicas. Os dois artigos foram publicados em 2014.

Desta forma, foi analisado um total de 28 artigos das duas revistas, QNEsc e JCE. Os critérios para análise dos artigos foram:

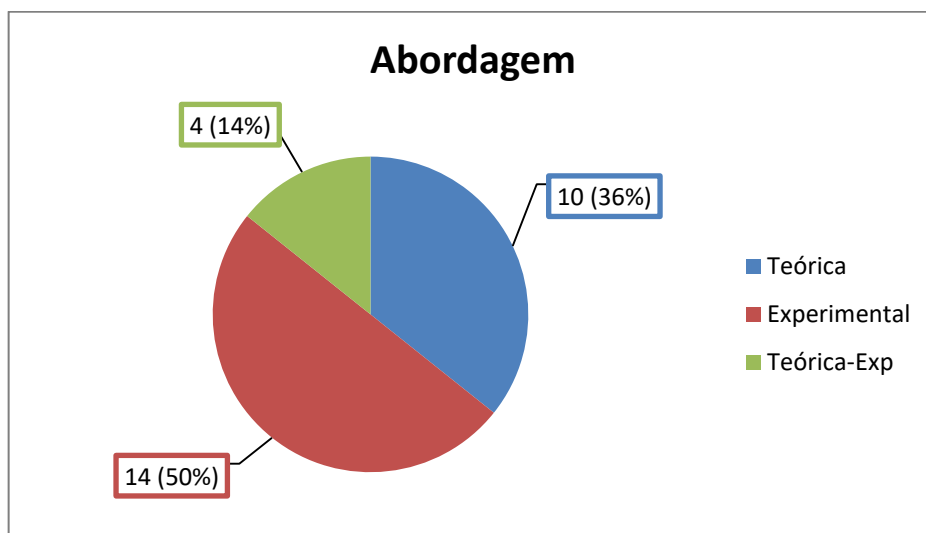
1. Abordagem do artigo: teórico ou experimental.
2. Público alvo: estudantes de ensino médio, graduação, profissionais ou público em geral.
3. Conteúdos de química abordados.

De acordo a categoria “**abordagem**” do artigo, foram encontrados 28 artigos, destes, 14 artigos apresentaram uma **abordagem experimental** correspondente a 50% dos artigos analisados, sendo a maioria artigos da revista JCE. Já os artigos

com uma **abordagem puramente teórica**, foram encontrados 10 artigos que corresponde a 36% e, com uma **abordagem teórico - experimental** 4 artigos que corresponde a 14%.

É possível inferir, a partir dos dados encontrados, a importância do desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula. A maioria dos artigos possui uma abordagem experimental, demonstrando que estas atividades são muito importantes no processo de ensino-aprendizagem. As informações encontradas nos artigos serviram de subsídios para realizar as atividades experimentais e intervenções em sala de aula propostas nesta pesquisa. A Figura 44 apresenta o percentual acima discutido.

Figura 44 – Representação percentual da abordagem dos artigos

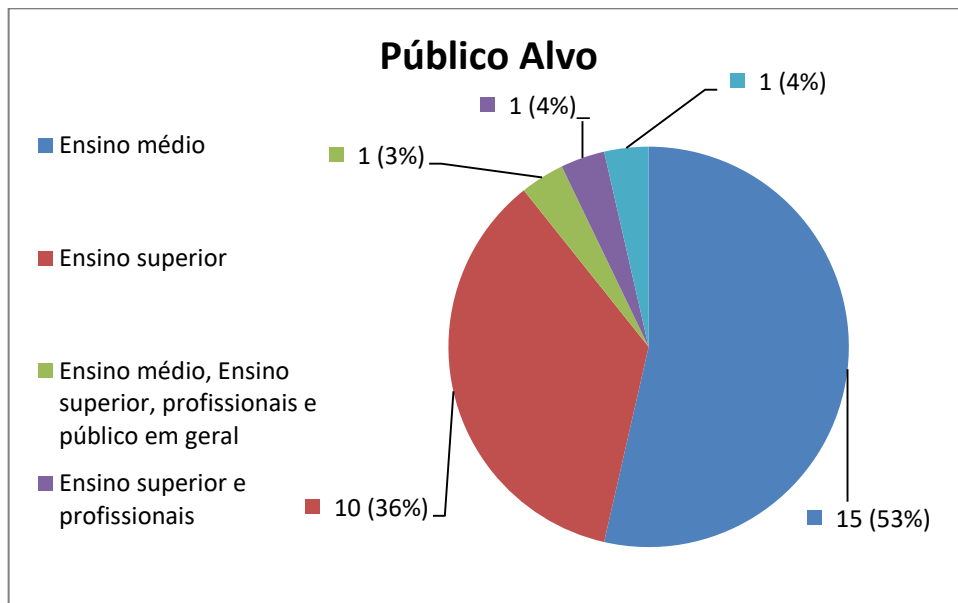


Fonte: Dados da pesquisa

Na categoria "**público alvo**", dos 28 artigos, obteve-se os seguintes resultados: 53% das pesquisas foram desenvolvidas com estudantes do ensino médio, sendo a maioria pesquisas brasileiras. 36% dos trabalhos foram aplicados ao nível de ensino superior, sendo estes, a maioria publicados no JCE. A porcentagem restante 11% foi dirigida a outro tipo de público, como profissionais e público em geral.

A Figura 45 representa o percentual da categoria público alvo.

Figura 45 – Representação percentual da categoria público alvo



Fonte: Dados da pesquisa

Na categoria **“conteúdos de química”**, foram verificados os conteúdos específicos de química abordados nos trabalhos, conforme representados na caracterização dos artigos no Apêndice T. Existe uma variedade de conteúdos, sendo os mais abordados os conteúdos de química orgânica, como funções orgânicas, isomeria e bioquímica. O conteúdo de análise colorimétrico foi abordado nos trabalhos do JCE, por ser um conteúdo que é desenvolvido no ensino superior.

Dessa forma, todos os artigos aqui analisados foram caracterizados e organizados em um quadro para melhor entendimento do leitor. Esse quadro encontra-se no Apêndice T.

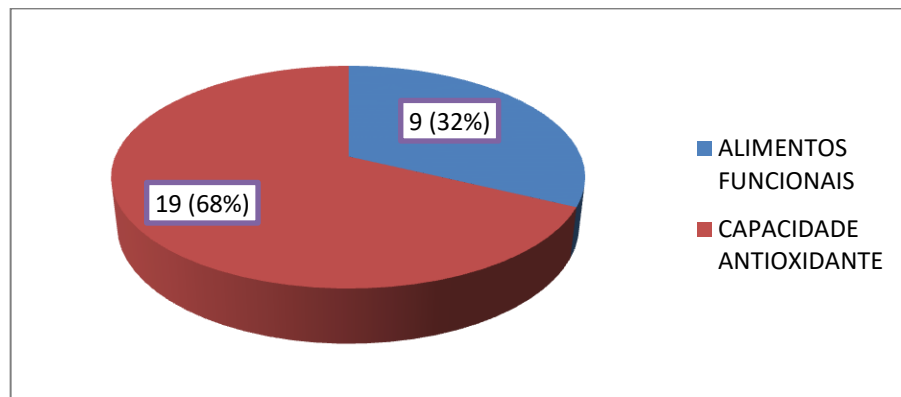
Uma vez realizado o processo de análise dos artigos, elaborou-se fichas com as informações que serviram ao longo da pesquisa. Desta forma, elaboraram-se duas categorias de análise para o fichamento:

1. Alimentos funcionais
2. Capacidade antioxidante

A primeira categoria agrupa todos os artigos que versam sobre os alimentos funcionais (Apêndice T). Já a segunda categoria, agrupa os artigos que contém as informações sobre capacidade antioxidante (Apêndice T).

A Figura 46 representa o resultado para as categorias do fichamento. É possível observar que a maioria dos artigos abordam a capacidade antioxidante como tema principal, representando 68% e 32% abordam temas relacionados com alimentos e sua propriedade funcional.

Figura 46 – Categorias do fichamento



Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 14 apresenta um exemplo de fichamento realizado nesta pesquisa.

Quadro 14 – Exemplo de ficha

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE
<p>SHARPE, E.; ANDREESCU, S. <i>Integration of nanoparticle-based paper sensor into the classroom: an example for application for rapid colorimetric analysis of antioxidants.</i> Journal of Chemical Education, v. 92, N. 5, p. 886-891, 2015.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilização de nano materiais como sensores de reconhecimento e quantificação da capacidade antioxidante. • Conteúdos que abordam a temática: radicais livres, antioxidantes e química redox, nano-partículas, nutrição (alimentos). • Amostra de antioxidantes: bebidas e chás contém polifenóis. • Amostras usadas no experimento: açaí, suco de amora, café, chá verde, suco de laranja, suco de maçã. • O artigo realiza uma análise da capacidade antioxidante das bebidas usando um papel feito com nanopartículas de CeO para depois ser digitalizado e, pela coloração apresentada relacionar a degradação da cor com a concentração, analisando por espectrofotometria.

Fonte: Dados da pesquisa

É possível perceber que dos 28 trabalhos a maioria aborda mais especificamente a capacidade antioxidante do que os alimentos funcionais. Por tanto a temática proposta visa aprofundar a abordagem de alimentos funcionais no ensino.

Os trabalhos analisados forneceram subsídios para o desenvolvimento da temática tanto para o nível médio quanto para o nível superior. Sendo o foco desta pesquisa, o estabelecimento de relações entre a capacidade antioxidante dos alimentos funcionais com os conceitos científicos de química orgânica na terceira série de ensino médio, a pesquisa bibliográfica realizada foi de fundamental importância.

Diante do exposto, acreditamos que, as informações coletadas no levantamento bibliográfico desta etapa foram de fundamental importância para a elaboração das intervenções da segunda fase desta pesquisa.

4.2. Segunda etapa

A segunda etapa desta pesquisa consistiu das intervenções realizadas em sala de aula com os estudantes. O propósito das intervenções foi acompanhar os indícios de aprendizagem utilizando a temática em questão.

Os estudantes das duas turmas serão considerados como um todo, pois cabe ressaltar que, do total dos estudantes convidados não foram todos que participaram das intervenções. No decorrer das intervenções a presença dos participantes oscilou muito, em cada intervenção e atividade. Suas respostas serão analisadas genericamente tendo em vista a aproximação da temática com as oficinas.

Dessa forma, os resultados serão apresentados e discutidos de acordo com o planejamento das intervenções nos seguintes tópicos: apresentação e encerramento; desenvolvimento da primeira oficina temática “Alimentos Funcionais, sua composição e benefícios”; desenvolvimento da segunda oficina temática “Antioxidantes e Radicais Livres”. Onde foram utilizados questionários, *Quiz*, atividades experimentais e estudo de caso como instrumentos de coleta de dados. Dos resultados obtidos foram criadas categorias para ser discutidas em cada tópico.

4.2.1. Apresentação e encerramento das atividades

Iniciamos nossas intervenções aplicando um Questionário geral inicial (Apêndice A), com o intuito de conhecer as opiniões, concepções e compreensão dos conteúdos e das aulas de Química dos estudantes, como bem sua relação com o cotidiano. Além disso, foi investigado se os estudantes haviam participado de aulas experimentais e utilizado ferramentas de Tecnologias de Informação (TIC).

O questionário baseou-se em perguntas com respostas fechadas sendo positivas “sim” ou negativas “não”, para cada resposta os estudantes deveriam fazer um comentário da sua resposta.

Ao final encerramos nossas intervenções aplicando um questionário geral final (Apêndice S) com o intuito de retomar as questões aplicadas no questionário inicial para detectar os avanços alcançados pelos estudantes. O questionário consistiu de perguntas abertas para que os estudantes pudessem expressar de uma forma mais ampla seu pensamento.

Com o objetivo de podermos comparar os dados obtidos, optamos por reunir o questionário inicial e final para análise. Assim, responderam ao Questionário geral inicial 28 estudantes e 12 estudantes ao Questionário geral final, a partir desses dados fornecidos pelos instrumentos foram criadas as seguintes categorias para sua análise:

- Concepções e opiniões sobre as aulas e os conteúdos de Química
- Atividades diferenciadas na escola
- Relações entre Química e o cotidiano.

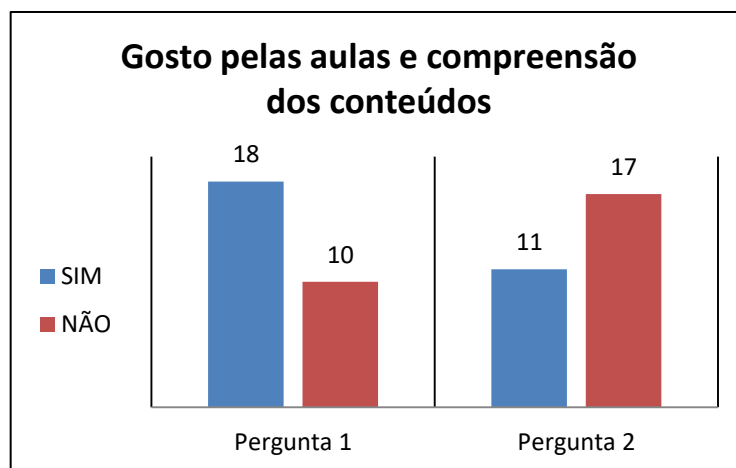
4.2.1.1. *Concepções e opiniões sobre as aulas e os conteúdos de Química*

Nesta categoria analisaremos as respostas das duas primeiras perguntas do Questionário geral inicial (Apêndice A) com a primeira e segunda pergunta do Questionário geral final (Apêndice S).

As perguntas 1 e 2 do Questionário geral inicial (Apêndice A) tratam sobre o gosto das aulas de Química e a compreensão dos conteúdos que a mesma aborda. A pergunta 1 foi a seguinte: Você gosta das aulas de Química? E a pergunta 2 foi: Em sua opinião, os conteúdos de Química são de fácil compreensão?

Na Figura 47, apresentamos o número de respostas tanto da primeira pergunta quanto da segunda pergunta.

Figura 47 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 1 e 2



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 47, percebemos que 18 estudantes gostam das aulas de químicas e 10 não gostam. A respeito da pergunta 2, 11 estudantes pensam que os conteúdos de química são de fácil compreensão e 17 acreditam que não. Assim, a seguir apresentamos alguns dos comentários mais relevantes das respostas dadas a cada pergunta. Para melhor entendimento do leitor, agrupamos os comentários em dois blocos para cada pergunta.

No Quadro 15, apresentamos alguns dos comentários mais relevantes das respostas positivas e negativas dos estudantes para a primeira pergunta a fim de correlacionar com os resultados da Figura 47.

Quadro 15 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 1

(continua)

<i>Você gosta das aulas de Química?</i>	
Respostas positivas	Respostas negativas
Comentários	Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Acho uma matéria boa e que chama a atenção”. ✓ “As vezes eu gosto, mas depende do conteúdo”. ✓ “Aprendo bastante, mas as aulas” 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Não consigo compreender, o conteúdo é difícil”. ✓ “Não consigo entender”. ✓ “Posso gostar de Química, mas não das aulas”.

(conclusão)

<p>não são tão animadas".</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ "As aulas são legais, mas são difíceis". ✓ "Gosto muito das ciências da natureza porque me proporciona melhor entendimento do universo". 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ "São aulas sem graça e monótonas". ✓ "Porque tem que copiar muita coisa e não tem aula prática".
--	---

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 16, apresentamos alguns dos comentários das respostas positivas e negativas dos estudantes para a segunda pergunta afim de correlacionar os resultados da Figura 47.

Quadro 16 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 2.

<i>Em sua opinião, os conteúdos de Química são de fácil compreensão?</i>	
Respostas positivas	Respostas negativas
Comentários	Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ "Na maioria das vezes sim, mas depende do material didático do professor e o modelo da sua aula". ✓ "É só não faltar à aula para acompanhar tudo". ✓ "Pois se aproximam do real". ✓ "Pois me interessam, sempre procuro ampliar minha visão das coisas e a química é essencial para o estudo da natureza". ✓ "Mas são explicados muito rápido". 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ "É difícil muitas fórmulas". ✓ "As fórmulas não entendo". ✓ "Preciso de muita concentração". ✓ "Difícilmente consigo processar o raciocínio do professor, ele explica da forma que ele entende, no meu entendimento é totalmente diferente". ✓ "Depende muito da explicação do professor".

Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, analisando em conjunto os comentários podemos perceber que, nos estudantes, o gosto pelas aulas de Química e a compreensão dos conteúdos estão estreitamente relacionados à forma em como são desenvolvidos os conteúdos dentro da sala de aula, dependendo muito das metodologias ou estratégias que o professor utiliza, sendo estas fundamentais para despertar a curiosidade e motivação neles. Percebe-se também que relacionam o entendimento dos conteúdos relacionando ao tempo em que são abordados.

Após todas as intervenções, no encerramento das atividades, na décima sexta intervenção, foi aplicado o Questionário geral final (Apêndice S) com a

finalidade de evidenciar como as atividades desenvolvidas dentro de sala de aula influenciaram na concepção dos estudantes e coletar as opiniões sobre as aulas e os conteúdos ministrados ao concluir a pesquisa. Participaram desta atividade 12 estudantes no total. A pouca presença dos estudantes deve-se que a atividade foi feita em época de provas integrais na escola em consequência a presença dos estudantes foi diminuindo.

As perguntas 1 e 2 do Questionário geral final (Apêndice S) procuraram observar uma mudança em relação aos questionamentos iniciais sobre o gosto das aulas de Química e a compreensão dos conteúdos. A pergunta 1 foi a seguinte: Gostou das aulas de Química? Explique. A pergunta 2 foi: Em sua opinião, o que achou da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” que foi utilizada para estudar Química? Explique.

A seguir serão relatadas e analisadas as respostas que contribuíram com a pesquisa e principalmente com o desenvolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem (Quadro 17 e Quadro 18)

Quadro 17 - Questionário geral final, respostas da pergunta 1

<i>Gostou das aulas de Química? Explique.</i>	
✓	“Siiim! Eram divertidas e muito bem preparadas , além de deixar um bom entendimento ”.
✓	“Sim eu gostei bastante porque eram bem dinâmicas bem elaboradas bem criativas para aprender ”.
✓	“Muito. Foram aulas muito produtivas e que fez eu particularmente aprender mais a química ”.
✓	“Sim, o professor interagiu muito bem com a gente , trazendo aulas diferentes”.

Fonte: Dados da pesquisa

Dos 12 participantes, todos responderam que gostaram das aulas. Ressaltamos os trechos mais importantes das explicações dos estudantes. Por exemplo, um estudante afirma que gostou das aulas expressando que “eram bem preparadas” e que “deixavam um bom entendimento”. Outro estudante expressou que gostou porque foram “bem dinâmicas e criativas para aprender”. Outro estudante afirma que foram aulas “muito produtiva, particularmente aprendendo mais a química”. Uma resposta muito interessante foi a seguinte: “o professor

interagiu muito bem com a gente” Atribuímos estas respostas afirmativas pela motivação que foi gerada a partir das atividades desenvolvidas, ao longo da pesquisa e pela interação do professor com os estudantes em sala de aula. Sendo esses vários estímulos para os estudantes serem motivados na sua aprendizagem.

Quadro 18 - Questionário geral final, respostas da pergunta 2

<p><i>Em sua opinião, o que achou da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” que foi utilizada para estudar Química? Explique.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Muito interessante para aprender química, porque mostrou como os alimentos e sua composição química a partir de uma molécula pode ajudar na saúde”. ✓ “Achei bem interessante, não sabia que os alimentos podem ajudar a combater riscos de doenças com sua composição”. ✓ “Foi um tema muito bom, ensinou coisas que eu não tinha ideia junto com o que estudamos na aula”. ✓ “Foi um novo aprendizado a partir de um tema muito interessante”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando os relatos apresentados, podemos observar mudanças significativas nas concepções dos estudantes sobre as aulas e os conteúdos de Química, após todas as intervenções. Corroborando com as respostas aqui analisadas, acreditamos que as diferentes estratégias utilizadas em sala de aula baseando-se em um ensino pautado pela temática, ajudaram de forma significativa no entendimento dos conteúdos. Dessa forma, eles mostraram um maior interesse pelas aulas.

4.2.1.2. *Atividades diferenciadas na escola*

Esta categoria foi analisada em base as respostas das perguntas 4 e 5 do Questionário geral inicial (Apêndice A) e 3 e 4 do Questionário geral final (Apêndice S).

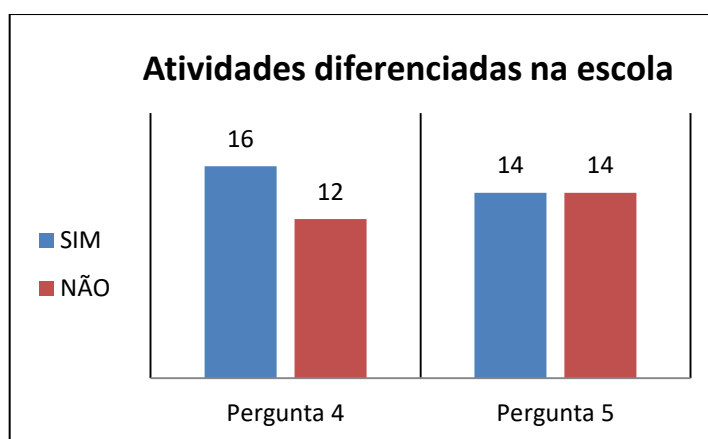
As perguntas 4 e 5 do Questionário geral inicial (Apêndice A) investigaram se os estudantes tinham utilizado alguma TIC em sala de aula, bem como se tinham participado de aulas experimentais de Química. No caso de ter respostas afirmativas, pedimos para que os estudantes colocassem nos comentários quais

ferramentas eles usaram e no caso de respostas negativas pedimos colocar o porquê.

A pergunta 4 foi a seguinte: Em sala de aula, você tem usado alguma tecnologia de informação ou comunicação (TIC)? E A pergunta 5 do questionário foi a seguinte: Você já participou de aulas experimentais de Química?

Na Figura 48, representamos o número das respostas afirmativas e negativas da quarta e quinta pergunta.

Figura 48 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 4 e 5



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 48, em relação à quarta pergunta, observa-se que 16 estudantes responderam afirmativamente e 12 negativamente. Em relação à quinta pergunta, obtivemos um número igual de respostas, afirmativas e negativas. A seguir, apresentaremos os comentários mais relevantes das respostas a estes questionamentos. Para melhor entendimento do leitor, realizamos um agrupamento dos comentários em dois blocos para cada pergunta.

No Quadro 19, apresentamos alguns dos comentários mais relevantes das respostas positivas e negativas dos estudantes para a quarta pergunta afim de correlacionar com os resultados da Figura 48.

Quadro 19 - Questionário geral inicial, comentários da pergunta 4

<i>Em sala de aula, você tem usado alguma tecnologia de informação ou comunicação (TIC)?</i>	
Respostas positivas	Respostas negativas
Comentários	Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Utilizamos o celular”. ✓ “Vamos para a sala de projeção”. ✓ “Sala de projeção”. ✓ “Telefone e sala de projeção”. ✓ “Quase sempre uso a calculadora do celular”. ✓ “Calculadora”. ✓ “Utilizamos o livro”. ✓ “O celular é um ótimo meio de pesquisa”. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Não é permitido usar o celular em sala de aula”. ✓ “Não usamos o celular porque não é permitido”. ✓ “Difícilmente usamos os laboratórios de informática em Química e o celular não é permitido”. ✓ “Só temos aula teórica”. ✓ “Trabalhamos só com livro e caderno”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando os comentários do Quadro 19, podemos observar que cinco estudantes descrevem, principalmente, o telefone celular como uma ferramenta TIC. Três estudantes comentam sobre o uso da sala de projeção da escola, na qual geralmente se usa para realizar apresentações de *slides* em *power point*. Dois estudantes confundem a “calculadora” e um estudante “o livro didático” como ferramentas TIC. Sendo estas concepções erradas sobre estas tecnologias. Cabe ressaltar que alguns dos estudantes comentam que não usam as ferramentas TIC, atribuindo o uso somente ao celular como tal e argumenta que “não e permitido usá-lo em sala de aula”. Também foi ressaltado por um dos estudantes que “difícilmente usam os laboratórios de informática em Química” corroborando a falta de interdisciplinaridade que existe hoje em dia no âmbito escolar. Dois estudantes comentaram que tem somente “aula teórica” com “livro e caderno”.

No Quadro 20, apresentamos alguns dos comentários mais relevantes das respostas positivas e negativas dos estudantes para a quinta pergunta a fim de correlacionar com os resultados da Figura 48.

Quadro 20 – Questionário geral inicial, comentários da pergunta 5

<i>Você já participou de aulas experimentais de Química?</i>	
Respostas positivas	Respostas negativas
Comentários	Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Aula no laboratório em anteriores anos só”. ✓ “No segundo ano fomos ao laboratório de Química”. ✓ “Somente no meu antigo colégio”. ✓ “Queria muito, pois acho que teríamos mais aprendizado”. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Nesse ano ainda não”. ✓ “Nunca teve aulas experimentais”. ✓ “Nunca, mas gostaria muito disso”. ✓ “Não, mas gostaria”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando os comentários a respeito da quinta pergunta 5, podemos observar que, apesar de já terem participado de aulas experimentais de Química, dois estudantes ressaltam que “nesse ano ainda não” ou “em anteriores anos somente” outro estudante que comentou “somente no segundo ano”. Um estudante expressa que somente participou “no seu antigo colégio”. Um estudante comenta: “queria muito, acho que teríamos mais aprendizado”. Alguns dos comentários dos estudantes que não tinham participado de aulas experimentais expressavam que “nunca assistiram, mas que gostariam muito de fazê-lo”.

Com esses comentários podemos perceber o quão importante é para os estudantes as atividades experimentais no ensino de Química, eles ficam muito curiosos e motivados para participar destas aulas. Assim, consideramos que é muito importante a realização de atividades experimentais com diferentes objetivos para fornecer variadas e importantes contribuições para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

Ao final das intervenções foi aplicado o Questionário geral final (Apêndice S) para verificar como o uso do aplicativo *Kahoot* e as atividades experimentais favoreceram no processo de ensino aprendizagem dos estudantes. Tendo em vista a facilidade dos estudantes com o uso das tecnologias o aplicativo foi considerado de fácil entendimento. As perguntas 3 e 4 deste questionário para o análises e discussão, foram respectivamente: O que você achou do aplicativo "*Kahoot*"? Considera que ajudou na sua aprendizagem? Explique; O que você achou dos experimentos realizados no laboratório de Química? Explique.

A seguir, no Quadro 21 apresentamos algumas respostas obtidas para a pergunta 3.

Quadro 21 - Questionário geral final, repostas da pergunta 3

<i>O que você achou do aplicativo "Kahoot"? Considera que ajudou na sua aprendizagem? Explique.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Foi uma das coisas que mais gostei, consegui memorizar o que estava sendo dado em aula e isso me ajudou bastante”. ✓ “Divertido! Ajudou, pois fizemos uma aula descontraída e de boa aprendizagem”. ✓ “É um jogo bem didático bem criativo que nos leva a pensar e a relembrar o que estudamos em aula”. ✓ “Aplicativo foi muito bem bolado da parte do professor, pois estávamos em meio de provas e ajudou a memorizar mais as funções”. ✓ “Sim, com certeza, com o <i>Kahoot</i> tivemos uma aula diversificada, que além de nos influenciar a aprender o conteúdo, estimulou a diversão e a aprendizagem em geral”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 21, podemos observar respostas favoráveis a respeito do uso do aplicativo. Um estudante relata que foi “uma das coisas que mais gostou”, outro estudante expressa “foi divertido”; para outro o “jogo foi bem didático”; Já um estudante mais perspicaz expressa sutilmente “Aplicativo bem bolado por parte do professor”, dois estudantes comentaram que “tiveram uma aula descontraída e diversificada”. Isto demonstra a abertura e a aceitação que os estudantes tiveram para o uso do aplicativo, eles se engajaram do início ao fim da atividade, pois o aplicativo tem como um dos fundamentos a diversão em sala de aula.

Este é um fator motivacional que ajuda os estudantes no processo de ensino aprendizagem como podemos confirmar com os seguintes trechos das respostas. Dois estudantes afirmam como “consegui memorizar com o estava sendo dado em sala de aula” e “ajudou a memorizar mais funções”, embora a memorização não seja o objetivo principal do processo serve como partida para a construção de conhecimento. Outro estudante comentou que o aplicativo “o leva a pensar e relembrar o que estuda em sala de aula”. Finalmente, um estudante expressou que o aplicativo “influenciou para aprender o conteúdo, estimulou a diversão e a aprendizagem”, sendo mais sucinto e se expressando melhor. A seguir, no Quadro 22, apresentamos várias respostas obtidas da pergunta 4.

Quadro 22 - Questionário geral final, respostas à pergunta 4

<i>O que achou dos experimentos realizados no laboratório de Química? Explique.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Achei bem lindos, também interessantes porque nunca tive aulas experimentais. Além disso, considero que na prática entendi de melhor jeito os conceitos químicos”. ✓ “Divertidos, sobretudo o dos <i>lighsticks</i>, não sabia o que acontecia dentro das pulseirinhas e que poderíamos usar para analisar os antioxidantes”. ✓ “Foi a melhor parte de todas as aulas, desenvolver práticas é muito melhor do que só o conteúdo, porque fica uma coisa cansativa, e com a prática auxilia bastante”. ✓ Muuuito legais! Me senti um verdadeiro químico/biomédico e foi muito bom aprender na prática como funcionam os fenômenos luminescentes”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando as respostas do Quadro 22, percebemos o engajamento por parte dos estudantes com as atividades experimentais. Um estudante explicou que as atividades foram “interessantes”; outro estudante confirma dizendo foram “divertidas” e outro expressa “muito legais”. Assim, as experimentações motivam ao estudante e o ajudam no processo de ensino-aprendizagem, por exemplo, um estudante explica que “na prática” ele entendeu de um “melhor jeito os conceitos químicos”. Outro estudante destaca que “desenvolver práticas é muito melhor do que o conteúdo só” porque ela “auxilia bastante”. Finalmente um estudante expressou enfaticamente “me senti um verdadeiro químico”.

Assim, podemos observar que as atividades experimentais realizadas contribuíram na aprendizagem dos estudantes. Os resultados aqui apresentados estão de acordo com as contribuições que Oliveira (2010) destaca: motivar e despertar a atenção dos alunos, desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, estimular a criatividade, aprimorar a capacidade de observação e registro de informações, aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos, aprender conceitos científicos, detectar e corrigir erros conceituais dos alunos, compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação, compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e aprimorar habilidades manipulativas.

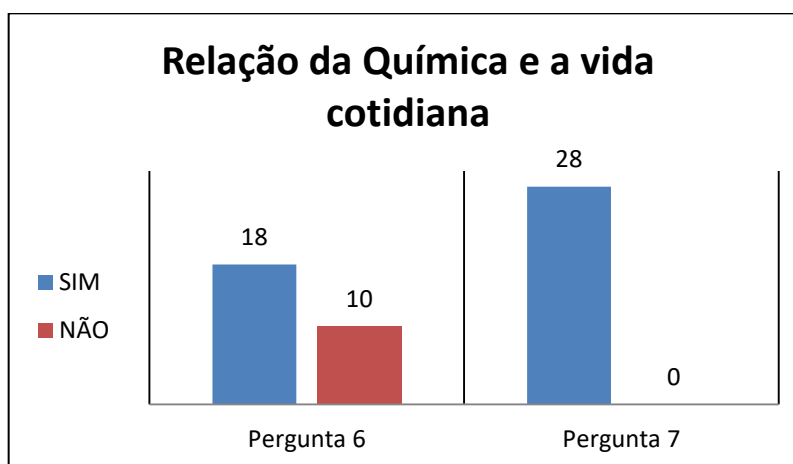
4.2.1.3. Relação entre a química e a vida cotidiana

A seguinte categoria foi analisada com base nas duas últimas perguntas (6 e 7) do Questionário geral inicial (Apêndice A) e as perguntas 5 e 6 do Questionário geral final (Apêndice S).

A pergunta 6 do questionário inicial “Você consegue relacionar os conteúdos de Química com sua vida cotidiana?” procurou investigar se os estudantes conseguem relacionar os conteúdos de Química com sua vida cotidiana e a pergunta 7 “Você acha que existe alguma relação entre Química, Saúde e Alimentação?” procurou investigar se os estudantes acreditam que pode existir uma relação entre Química, Saúde e Alimentação.

A seguir, a Figura 49, mostra o número de respostas afirmativas e negativas para estas perguntas.

Figura 49 - Questionário geral inicial, número de respostas às perguntas 6 e 7



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 49, da pergunta 6, obteve-se 18 respostas afirmativas e 10 respostas negativas. Já para a pergunta 7, obteve-se 28 respostas afirmativas e nenhuma negativa. Este resultado indica que apesar de não conseguirem relacionar muito bem a Química com o cotidiano acreditam que esta relação existe. Portanto espera-se que com esta pesquisa por meio da aplicação das intervenções o entendimento desta relação seja observado pelos estudantes. Nos Quadros 23 e 24 apresentamos os comentários das respostas das duas perguntas.

Quadro 23 - Questionário geral inicial, respostas da pergunta 6

<i>Você consegue relacionar os conteúdos de Química com sua vida cotidiana?</i>	
Estabelece alguma relação	Não estabelece relação
Comentários	Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Em fórmulas de produtos químicos”. ✓ “A combustão do gás, por exemplo” ✓ “Acho que sim, as fórmulas moleculares da acetona, do cloro, do formol, coisas que usamos no dia-a-dia”. ✓ “Pois a Química é o estudo dos átomos e tudo é feito de átomos”. ✓ “Muitas coisas que usamos no dia a dia tem química, até mesmo na acetona”. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Realmente não sei”. ✓ “Difícil eu estar relacionando com minha vida”. ✓ “A minha vida cotidiana é mais confusa”. ✓ “A matéria já é difícil, relacionar ao cotidiano é quase impossível”.

Fonte: Dados da pesquisa

Podemos observar que quando os estudantes afirmam que a Química tem alguma relação com a vida cotidiana, um estudante descreve o fenômeno da “combustão do gás”. Enquanto outros estudantes ressaltam que a química está relacionada com “produtos químicos” como exemplifica um estudante “o formol e cloro”. Alguns deles também relacionam com “a acetona”, sendo esta um cosmético muito usado pelas mulheres para retirar esmalte das unhas. O comentário de um deles é muito singular, ele relaciona a Química “com tudo porque tudo é feito de átomos”, demonstrando que ele tem uma visão macro e micro que de certa forma tudo estaria relacionado com a química.

Alguns estudantes comentam sobre não conseguirem relacionar a Química com algum fato da vida cotidiana. Alguns argumentam que a disciplina “é difícil e seria muito difícil relacioná-la com a vida cotidiana”. Um comentário que chamou muito nossa atenção é de um deles e ressalta que “sua vida cotidiana já é muito confusa e que não consegue relacionar com a Química”. Podemos entender que para ele tanto a Química e a vida cotidiana dele são confusas, sendo algo preocupante porque acreditamos que o estudante está passando por momentos difíceis da sua vida.

Concluindo, os estudantes têm uma noção de que a Química está presente de fato na nossa vida cotidiana. Relacionando-a com produtos químicos de limpeza

e cosméticos. Embora tenham relacionado com certos fatos, cabe ressaltar que nenhum dos estudantes comentou como exemplo algum tipo de alimento para relacionar a com a vida cotidiana.

Para complementar o entendimento sobre a relação entre química, saúde e alimentação, a seguir apresentaremos os comentários mais relevantes da pergunta 7. Onde todos os estudantes afirmaram que existe uma relação entre Química, Saúde e Alimentação. Mas cabe ressaltar que 14 estudantes não comentaram sobre sua resposta. Dentre os poucos que comentaram podemos observar os exemplos no Quadro 24.

Quadro 24 - Questionário geral inicial, respostas da pergunta 7

<i>Você acha que existe alguma relação entre Química, Saúde e Alimentação?</i>
Estabelece relação
Comentários
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Os remédios que usamos são produtos químicos que ajudam na saúde”. ✓ “Principalmente medicamentos para combater doenças”. ✓ “Porque vários alimentos nossos têm química que ajuda ao organismo”. ✓ “Sim, porque sabemos mais sobre o que têm cada alimento”. ✓ “Medicamento e saúde, alimentação e agrotóxicos”. ✓ “Ajuda a entender o que o alimento faz no corpo”.

Fonte: Dados da pesquisa

O Quadro 24 apresenta o entendimento dos estudantes sobre a relação entre a Química, saúde e alimentação. A maioria dos estudantes relaciona a Química diretamente com a saúde, as doenças por meio dos medicamentos. São poucos os estudantes que relacionam a saúde com uma boa alimentação. Nossa pesquisa tenta mostrar aos estudantes a relação existente entre os alimentos funcionais e a saúde por meio das moléculas bioativas que fazem parte da sua composição.

Embora todos os estudantes tenham afirmado que exista relação entre a Química, Saúde e Alimentação, foram poucos os que comentaram sua resposta, demonstrando a dificuldade que eles têm para relacionar estes três conceitos.

Desta forma, após os 16 encontros, no encerramento, aplicamos o Questionário geral final com a participação de 12 estudantes. Analisaremos as respostas das perguntas 5 e 6, com o intuito de encontrar indícios de aprendizagem

que dizem respeito de um certo amadurecimento do entendimento sobre a relação da química com a vida cotidiana, a alimentação e a saúde.

A pergunta 5 foi a seguinte: “Você conseguiu relacionar os conteúdos de química com a temática e a vida cotidiana? Explique com um exemplo”. Nesta pergunta dos 12 participantes, 9 responderam afirmativamente e 3 negativamente. No Quadro 25, podemos observar algumas das respostas dos estudantes.

Quadro 25 - Questionário geral final, respostas a pergunta 5

<i>Você conseguiu relacionar os conteúdos de química com a temática e a vida cotidiana?</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Sim consegui sim, com certeza. Agora sei que devo me alimentar melhor”. ✓ “Sim, por exemplo, os alimentos funcionais com sua composição e benefício na saúde”. ✓ “Sim, porque a temática foi muito relacionada à nossa vida cotidiana como, por exemplo, as informações que as embalagens nos trazem, professor nos explicou como funcionava coisas que eu não sabia”. ✓ Como disse, eu achei a temática interessante, pois consegui ligar muito com o nosso dia a dia, nos nossos alimentos, principalmente quando estamos de "dieta". ✓ “Sim, agora eu sei que os alimentos funcionais podem servir para ajudar a nossa saúde e que devemos olhar os rótulos dos alimentos e sua composição”.

Fonte: Dados da pesquisa

Já a pergunta 6 foi a seguinte: Segundo os temas estudados em sala de aula, você acredita que existe relação entre Química, Saúde e Alimentação? Explique com um exemplo. Nesta pergunta somente 1 estudante dos 12 que participaram respondeu negativamente e outro afirmou mas não conseguiu dar um exemplo. No Quadro 26, podemos observar várias das respostas dos estudantes.

Quadro 26 - Questionário geral final, respostas da pergunta 6

(continua)

<i>Segundo os temas estudados em sala de aula, você acredita que existe relação entre Química, Saúde e Alimentação? Explique com um exemplo.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Existe sim, a química se encontra em todo lugar, nos alimentos funcionais na sua composição química com moléculas bioativas que ajudam para manter uma alimentação saudável e melhorar a saúde”. ✓ “Acredito sim, porque a composição dos alimentos ajuda na prevenção de risco de doença”.

(conclusão)

- ✓ “Há relações sim, **a química explica as substâncias** que a na **alimentação** pode nos **proporcionar uma boa saúde**”.
- ✓ “Sim, pois **os alimentos podem servir como remédios** que **envolvem química na sua composição, seus componentes podem ajudar a manter nossa saúde**”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando os dois Quadros (25 e 26) podemos visualizar pelas respostas uma apropriação de conhecimentos por parte dos estudantes, conseguindo relacionar a química e a vida cotidiana com a saúde e a alimentação.

Por exemplo, um estudante relata que existe uma relação entre química e a vida cotidiana porque “agora sabe que pode se alimentar melhor”. Dois estudantes relacionam com “as informações nos rótulos que trazem os alimentos nas embalagens” sendo importante “olhar” para o consumo. Assim, outro estudante exemplifica que relaciona “os alimentos principalmente quando está de dieta”.

Os estudantes acreditam que existe uma relação entre química, saúde e alimentação expressando o termo “alimentos funcionais”; relacionando-os com sua “composição química” ou “substâncias” que servem para “combater doenças” e “manter uma alimentação saudável”; como consequência disso pode-se “manter nossa saúde e melhorá-la”.

Podemos concluir que existiu um amadurecimento por parte dos estudantes com relação a sua percepção conseguindo relacionar a química e a vida cotidiana, bem como com a alimentação e saúde, por meio da temática utilizada nesta pesquisa. Os estudantes conseguiram compreender que a composição química dos alimentos funcionais, pode combater riscos de doenças e manter nossa saúde.

4.2.2. Análise do desenvolvimento da oficina temática “Alimentos Funcionais, sua composição e seus benefícios”

Nesta oficina “Alimentos funcionais, sua composição e seus benefícios” foram aplicados os seguintes instrumentos para coleta dos dados: - Oficina temática sobre AF, Questionário da oficina temática inicial (Apêndice C) e final (Apêndice K); - Leitura de rótulos nos alimentos, utilizamos os Questionário inicial (Apêndice E) e final (Apêndice I); - O aplicativo *Kahoot* com *Quiz inicial e final* (Apêndice B), para a identificação das funções orgânicas; - Atividade experimental, por meio de um roteiro

do experimento a ser preenchido (Apêndice J). O propósito destes instrumentos foi analisar e detectar os conhecimentos sobre alimentos funcionais antes e depois do desenvolvimento da oficina, bem como a identificação das funções orgânicas. Porém, nas atividades realizadas, reiteramos que não existiu o mesmo número de participantes. Em todas as intervenções na escola, sempre houve uma oscilação em torno ao número de participantes.

Assim, o Questionário inicial desta oficina temática foi respondido por 35 estudantes e o Questionário final por 20 estudantes. No Questionário inicial sobre a leitura de rótulos responderam 38 estudantes e o Questionário final foi respondido por 24 estudantes. Já nas atividades que envolveram o aplicativo *Kahoot* tivemos a participação de 28 estudantes no *Quiz* inicial e 36 estudantes no *Quiz* final. Finalmente na atividade experimental tivemos a presença de 28 estudantes. Esses números são relativos às duas turmas.

Dessa forma, com base nos resultados obtidos para a análise deste item foram criadas 3 categorias, são elas:

- Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre alimentos funcionais;
- Evolução do conhecimento químico sobre funções orgânicas;
- Contribuições das atividades experimentais no ensino-aprendizagem.

4.2.2.1. *Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre AF*

Para uma melhor análise deste subitem foram criadas três subcategorias sendo as seguintes:

- Concepções sobre AF.
- Composição e benefícios dos AF.
- Diferenciação de AF dos outros alimentos.

4.2.2.1.1. *Concepções sobre AF*

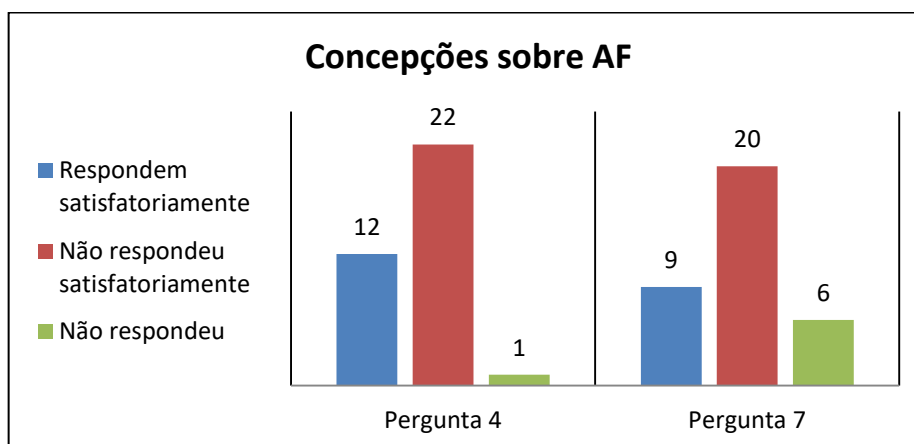
A presente subcategoria emergiu da análise das perguntas 4 e 7 do Questionário inicial da oficina sobre alimentos funcionais (Apêndice C) e das perguntas 1 e 4 do Questionário final da oficina sobre alimentos funcionais (Apêndice K).

O Questionário inicial foi respondido por 35 estudantes na terceira intervenção desta pesquisa. A seguir, apresentaremos a análise de algumas perguntas 4 e 7 presentes nos questionários que foram aplicados aos estudantes.

A pergunta 4 do questionário inicial: Você sabe o que é um alimento funcional? Procurava investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre um alimento funcional. Já a pergunta 7 do questionário inicial: Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem? Procurava conhecer os conhecimentos que os estudantes possuíam sobre os tipos de alimentos funcionais.

Na Figura 50, temos o resultado obtido com estes questionamentos.

Figura 50 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas às perguntas 4 e 7.



Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a Figura 50, podemos observar que 35 estudantes responderam ao questionário. Na pergunta 4, 12 respondem satisfatoriamente o que é um alimento funcional, 22 estudantes não responderam satisfatoriamente e 1 um estudante não respondeu. Já na pergunta 7, 9 estudantes responderam saber os tipos de alimentos funcionais que existem, 20 estudantes não sabem e 6 não responderam à pergunta. Dessa forma, podemos perceber que a maioria dos estudantes não possuía conhecimentos prévios sobre o que são estes alimentos funcionais nem os tipos que existem. Embora 12 estudantes tenham respondido que sabiam o que era AF na pergunta 4, eles não conseguiram conceituar nem se referir de forma satisfatória a respeito de um alimento funcional. Assim, a fim de realizar

uma análise mais aprofundada, mostraremos algumas das respostas mais relevantes no Quadro 27.

Quadro 27 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas das questões 4 e 7

<i>Pergunta 4: Você sabe o que é um alimento funcional?</i>
✓ “Um alimento que nutri cura e tem outras diversas funções ”.
✓ “Alimentos mais saudáveis e que fazem bem ao corpo ”.
✓ “Um alimento que é necessário para uma boa alimentação ”.
✓ “Alimento energético ”.
✓ “Acho que é alimentos saudáveis ”.
✓ “Sim, alimentos que proporcionam proteínas ”.
<i>Pergunta 7: Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem?</i>
✓ “ Verduras ”.
✓ “ Tomate, alho , carnes vermelhas, leite, alguns outros”.
✓ “ Cenoura, beterraba, alface e repolho, brócolis ”.
✓ “Alguns como tomate ”.
✓ “ Frutas ”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 27, com relação à pergunta 4, percebemos que os estudantes tem uma certa noção sobre o que é um alimento funcional. Afirmando que “tem diversas funções”; que podem ser “mais saudáveis” ou “fazem bem ao corpo”. Também um estudante ressalta que é um alimento que “nutre e cura, necessário para uma boa alimentação”. Dois estudantes expressam que pode ser um alimento “energético” confundindo-o com as bebidas energéticas oferecidas no mercado, outro estudante responde somente que são alimentos que “proporcionam proteínas”.

A respeito da pergunta 7, dos 9 estudantes que responderam, nenhum deles conhecia os tipos de AF que podem existir. Eles exemplificaram os tipos de AF que existem com um alimento específico. Como podemos observar no Quadro 27, onde 5 estudantes exemplificam com “Frutas” e, “Verduras” como “Cenoura, beterraba, alface e repolho, brócolis” como tipos de AF e um deles cita também as “carnes vermelhas, o leite e outros” referindo-se ao tipo de AF.

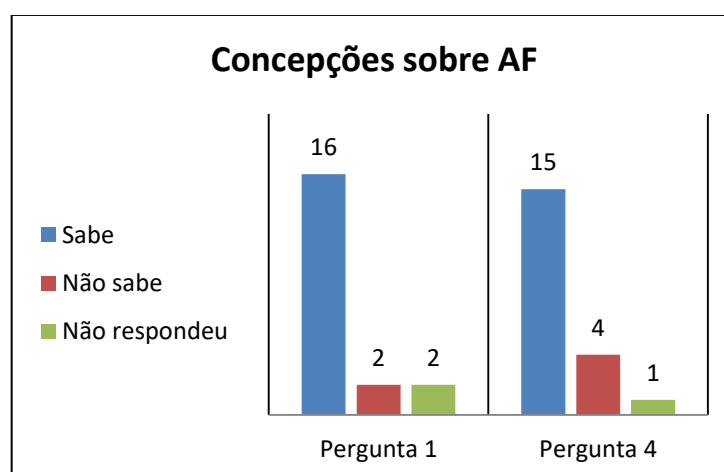
No processo de ensino-aprendizagem é muito importante diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes como um o ponto de partida para construção

de novos conhecimentos. Dessa forma, podemos concluir que apesar de um número considerável de estudantes que acreditavam saber o que é um AF e quais os tipos existentes, eles fizeram considerações equivocadas.

Após as atividades desenvolvidas ao longo da primeira oficina temática, na nona intervenção, foi aplicado o Questionário final da oficina e foi respondido por 20 estudantes. A questão 1 procurava investigar os conhecimentos adquiridos sobre as concepções de um AF. Entanto a questão 4 do questionário final procurava conhecer os conhecimentos adquiridos em torno aos tipos de AF existentes. As questões 1 e 4 foram respectivamente: O que é um alimento funcional? Explique com suas próprias palavras; Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem?

A seguir, na Figura 51 apresentamos as respostas para cada questionamento

Figura 51 - Questionário final sobre AF, número de respostas às perguntas 1 e 4



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 51, na pergunta 1, dos 20 participantes, 16 estudantes responderam saber o que é um alimento funcional, 2 estudantes afirmam não saber e 2 estudantes não responderam. Já na pergunta 4 que questionava sobre os tipos de AF que existem, dos 20 participantes, 15 estudantes responderam, 4 estudantes respondem não saber e 1 estudante não respondeu. Se compararmos com as respostas com a pergunta do questionário inicial, podemos perceber uma evolução conceitual por meio das respostas obtidas que estão transcritas no Quadro 28.

Quadro 28 - Questionário final sobre AF, respostas às pergunta 1 e 4

<i>Pergunta 1: O que é um alimento funcional? Explique com suas próprias palavras.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “São alimentos ou ingrediente que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções básicas”. Exemplo: peixe salmão. ✓ “É aquele que além das suas funções nutritivas apresentam uma ou mais substâncias com funções biológicas e benefícios à saúde do homem, exemplo: tomate, peixe com salmão, milho”. ✓ “Alimentos que produzem efeitos benéficos à saúde além das suas funções nutricionais”. Exemplo: aveia ✓ “É todo alimento que produz efeitos metabólicos ou efeitos benéficos à saúde, quando são consumidos sempre”. Exemplo: caju e aveia.
<i>Pergunta 4: Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem?</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Sim, podem ser naturais e processados”. ✓ “Existem duas classificações, naturais ou processados (origem vegetal ou animal) e de acordo a seus benefícios (cardiovascular, antioxidante, metabolismo, entre outros)”. ✓ “Se classificam em naturais (vegetal ou animal) e processados”. ✓ “Sim, podem ser naturais como de origem animal e vegetal”. ✓ “Sim, azeite de oliva, tomate seco, alho, cebola, vinho, leite e peixes”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 28, de acordo a pergunta 1 sobre o conceito de alimento funcional podemos dizer que os estudantes adquiriram conhecimentos em relação às concepções prévias que eles tinham. Embora o conceito de AF seja algo complexo, ressaltamos os principais trechos das respostas que estão estreitamente relacionadas com a conceituação de AF. Na pergunta 1, dos 16 estudantes que responderam, 11 deles denominam um AF como alimentos que produzem “benefícios” ou tem “efeito benéfico” na saúde. Outros 5 estudantes respondem de uma maneira mais específica e completa. Por exemplo, um estudante salienta que um AF é “um alimento” que “além de suas funções nutritivas” apresenta “substâncias com funções biológicas e benefícios à saúde do homem”; outro estudante afirma que “produzem efeitos benéficos à saúde, além das suas funções nutricionais”. Dessa forma, podemos estabelecer uma ligação entre estas respostas com o conceito dos autores Gibson e Williams (2001):

Um alimento funcional é um alimento ou ingrediente que oferece benefícios à saúde, que além de possuir funções nutricionais básicas, pode influenciar de forma relevante no bem-estar e na saúde nas pessoas, assim como na redução do risco de alguma doença (GIBSON e WILLIAMS, 2001, pág. 1, tradução nossa).

Já para a pergunta 4, os 15 estudantes conseguiram expressar satisfatoriamente os tipos de AF que existem expressando que podem ser alimentos “naturais de origem vegetal ou animal” e “processados”. Dentre eles um ainda argumentou sobre os benefícios que proporcionam ao organismo em várias áreas como “cardiovascular ou metabolismo”.

Estas respostas estão intimamente relacionadas com os conceitos abordados em sala de aula, tendo como base o trabalho de Gibson e Williams (2001) que consideram como funcional um alimento que pode ser um alimento natural, de procedência animal ou vegetal sem nenhum tipo de processamento ou um alimento industrializado que teve algum tipo de processamento antes do seu consumo.

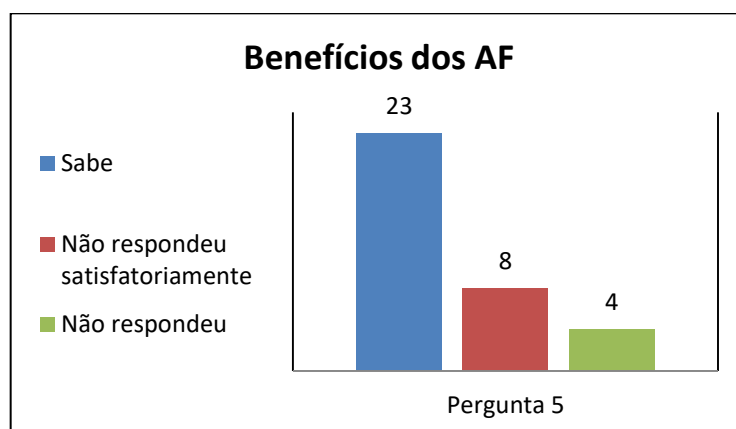
Acreditamos assim que os estudantes conseguiram conceituar com suas próprias palavras o que é um alimento funcional e adquiriram conhecimento sobre os tipos de AF que podem existir. Assim, concluímos que os estudantes tiveram uma mudança significativa sobre suas percepções em relação ao conceito e tipos de AF.

4.2.2.1.2. Relação entre composição e benefícios dos AF

A presente subcategoria emergiu da análise das perguntas 5 do Questionário inicial (Apêndice C) e das perguntas 2 e 3 do Questionário final da oficina sobre alimentos funcionais (Apêndice K).

Sabe-se que os benefícios dos AF são dados exclusivamente pelas substâncias ou moléculas que os compõem. Dessa forma, inicialmente os estudantes foram questionados com a pergunta 5: Você acredita que um alimento funcional proporciona um benefício à saúde além das funções nutricionais básicas? Por quê? Com esta pergunta investigamos se os estudantes acreditavam que os AF forneciam algum tipo de benefício bem como se eles responderiam o porquê desses benefícios, tentando descobrir se conseguiam relacionar com a sua composição química. Cabe lembrar que o Questionário inicial da temática foi respondido por 35 estudantes na terceira intervenção desta pesquisa. A seguir, apresentamos a Figura 52 que indica o número de respostas da pergunta 5.

Figura 52 - Questionário inicial sobre AF, número de respostas da pergunta 5 do



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 52 acima, podemos perceber que 23 estudantes responderam que acreditam que os AF proporcionam um benefício à saúde, 8 estudantes responderam que não sabem e 4 estudantes não responderam. Assim, dos 23 estudantes que responderam afirmativamente a pergunta somente 2 deles justificaram suas respostas. No Quadro 29 estão algumas respostas a esta pergunta.

Quadro 29 - Questionário inicial sobre AF, respostas da pergunta 5.

<i>Você acredita que um alimento funcional proporciona um benefício à saúde além das funções nutricionais básicas? Por quê?</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Não sei. ✓ Sim, pois é seu objetivo. ✓ Não sei o que são esses alimentos. ✓ Sim, pois eles trazem vitaminas. ✓ Não sou capaz de opinar. ✓ Acredito que sim.

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, podemos observar que somente dois estudantes relacionaram os benefícios dos AF com sua composição ressaltando que “eles trazem vitaminas”. Sendo esse um relacionamento válido para a análise desta subcategoria, embora sutil. Outro estudante afirma que “é o objetivo” destes alimentos beneficiar à saúde, mas não estabelece nenhuma relação em sua resposta. Outro estudante responde

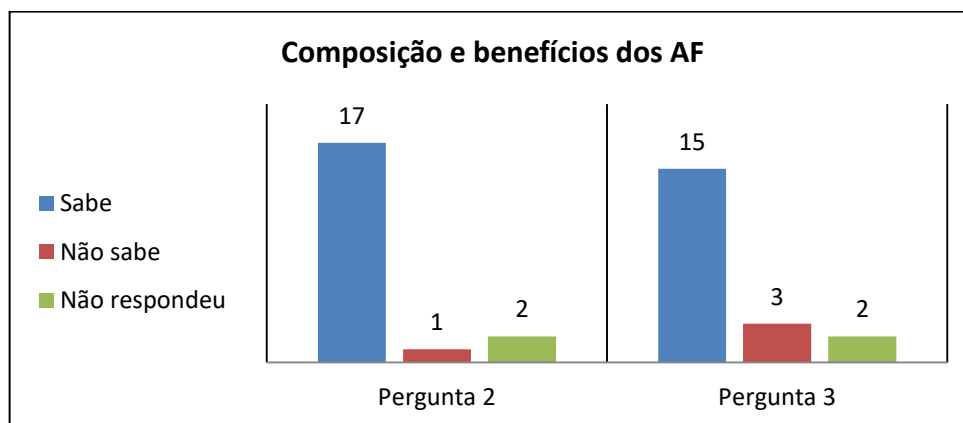
expressando que “não é capaz de opinar”, sendo uma demonstração que ele não tem argumentos para responder.

Assim após os encontros da primeira oficina temática, foi aplicado o Questionário final para 20 estudantes, na nona intervenção com o intuito de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes e a relação entre composição e benefícios dos AF. A pergunta 2 procurava investigar se os estudantes conseguiam relacionar a química com os AF. A pergunta 3, similar a pergunta 5 do Questionário inicial, procurou investigar uma evolução nas respostas dos estudantes sobre seu pensamento a respeito dos benefícios que os AF podem proporcionar.

A pergunta 2 foi a seguinte: Você conseguiu perceber a relação dos alimentos funcionais e a química? Explique como. E a pergunta 3 foi a seguinte: Você acredita que os alimentos funcionais podem proporcionar benefícios à saúde? Explique.

A seguir, na Figura 53 apresentamos o número de estudantes que responderam a cada pergunta.

Figura 53 - Questionário final sobre AF, número de respostas às perguntas 2 e 3 do



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 53, a respeito da pergunta 2, dos 20 participantes 17 responderam que conseguem perceber a relação entre AF e a química, 1 estudante respondeu que não sabe e 2 estudantes não responderam. Dos 17 estudantes, somente 10 explicaram sua resposta. Os 7 restantes não explicaram.

A respeito da questão 3, 15 estudantes responderam que acreditam que os AF proporcionam benefícios à saúde, 3 responderam que não sabem e 2 não

responderam a questão. Dos 15 estudantes que responderam somente 10 explicaram suas respostas, os 5 restantes não forneceram nenhuma explicação.

A seguir, serão apresentadas as explicações dadas pelos estudantes às duas perguntas que consideramos mais significativas para esta pesquisa (Quadro 30).

Quadro 30 - Questionário final sobre AF, respostas das perguntas 2 e 3

<i>Pergunta 2: Você conseguiu perceber a relação dos alimentos funcionais e a química? Explique como.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Pelas fórmulas e sua composição”. ✓ “Sim, pois podem ser industrializados ou naturais que com base em seus componentes provocam algum efeito benéfico na saúde”. ✓ “Sim, a química tem um papel importante, pois os alimentos são constituídos de elementos básicos que podem produzir algo bom na nossa saúde”.
<i>Pergunta 3: Você acredita que os alimentos funcionais podem proporcionar benefícios à saúde? Explique.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Sim, porque trazem moléculas químicas que beneficiam em alguma função na saúde”. ✓ “Sim, pois trazem nutrientes específicos que ajudam na função digestora”. ✓ “Sim, porque cada alimento proporciona algum tipo de nutriente benéfico a saúde para combater diversas doenças”. ✓ “Sim, por que ajudam no metabolismo, nas funções biológicas e como antioxidantes. Também combatem doenças cardiovascular, gastrointestinal, etc.”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 30, percebe-se que um estudante relaciona a química e os AF com “fórmulas e a sua composição”. Os demais estudantes fazem uma relação direta entre a química e os AF através da sua composição química e um potencial benefício à saúde. Por exemplo, alguns deles explicam que acreditam nos seus benefícios porque estes alimentos são constituídos por “elementos básicos”; “componentes”; “moléculas químicas” ou “nutrientes específicos” que podem “provocar”; “beneficiar”; “produzir algo bom” a saúde. Já alguns estudantes são mais específicos e ressaltam que os componentes dos AF beneficiam alguma função no organismo como a “digestora”; “no metabolismo”; “nas funções biológicas” ou como “antioxidantes” com a finalidade de “combater diversas doenças” podendo ser “cardiovasculares” ou “gastrointestinais”.

Finalmente, podemos observar que os estudantes conseguiram de forma clara estabelecer uma relação entre a química e os AF através da sua composição,

acreditando nos benefícios que estes podem proporcionar a saúde, combatendo doenças e atuando nas funções do nosso organismo.

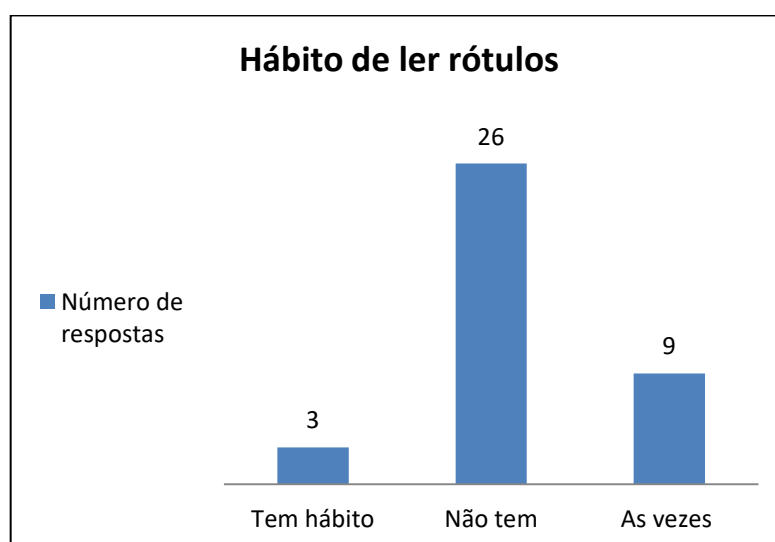
4.2.2.1.3. Diferenciação de AF de outros alimentos

Esta subcategoria foi criada a partir da análise dos dados fornecidos pelas respostas a pergunta 1 do Questionário Inicial (Apêndice E) e 1, 4 e 5 do Questionário final (Apêndice I) sobre leitura de rótulos nos alimentos.

Nesta atividade inicialmente participaram 38 estudantes que responderam ao Questionário Inicial durante a quinta intervenção. Já para o Questionário final que foi aplicado na sétima intervenção, responderam 24 estudantes. Desse modo para a apresentação das respostas elencamos aquelas mais relevantes para a pesquisa.

A pergunta 1 Você tem hábito de ler os rótulos e a embalagem de alimentos? Considera importante? Justifique. Procurou investigar se os estudantes tinham o hábito de ler os rótulos dos alimentos e se eles consideravam importante. Na Figura 54 apresentamos o número de respostas dos estudantes à pergunta.

Figura 54 - Questionário inicial sobre leitura de rótulos, número de respostas à pergunta 1



Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, analisando a Figura 54, podemos observar que dos 38 estudantes que responderam ao questionário inicial, somente 3 têm o hábito de ler

rótulos, 26 declaram não ter o hábito de ler e 9 declaram que as vezes leem. No entanto, embora a maioria não tenha o hábito de ler rótulos de alimentos, 22 estudantes do total consideram importante a leitura, conforme podemos constatar no Quadro 31, pelas respostas obtidas a esta pergunta.

Quadro 31 - Questionário inicial da leitura de rótulos, respostas da pergunta 1

<i>Pergunta 1: Você tem hábito de ler os rótulos e a embalagem de alimentos? Considera importante? Justifique.</i>
Respostas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “Não tenho o hábito, mas tenho consciência das importâncias, pois devemos cuidar nossa alimentação”. ✓ “Sim leio atentamente e considero muito importante, pois ali da pra se ter uma noção do que vamos consumir”. ✓ “Não tenho o hábito, mas considero importante sim para saber se tem algum componente o qual seja alérgico”. ✓ “De alguns alimentos, considero importante, pois a partir da leitura do rótulo o consumidor sabe o que está ingerindo”. ✓ “Não tenho o hábito de ler, mas acho essencial, pois neles estão escritas todas as informações necessárias sobre o produto”.

Fonte: Dados da pesquisa

Já na fase final desta atividade, na sétima intervenção, eles foram capazes de discernir o que era mais importante na leitura dos rótulos, conforme o Quadro 32. O objetivo desta atividade foi que os estudantes conseguissem diferenciar os alimentos funcionais, através da leitura de rótulos. No entanto, somente 3 estudantes ressaltaram essa diferença dos 24 que responderam.

Quadro 32 - Questionário final da leitura de rótulos, respostas da pergunta 1

<i>Com base na atividade realizada em sala de aula, sobre leitura e interpretação de rótulos, descreva os aspectos que mais lhe chamaram a atenção.</i>
Respostas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ “As diferenças entre os alimentos <i>light</i>, <i>diet</i> e funcionais pelas suas calorias e suas mensagens nas embalagens”. ✓ “Os valores energéticos entre um alimento <i>diet</i> e normal, quase são os mesmos. No <i>light</i> tem diferença. Também as mensagens dos alimentos funcionais”. ✓ “A diferença entre funcional, <i>diet</i> e <i>light</i> em base a sua mensagem na embalagem”.

Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, na quarta questão do Questionário final, observa-se que os estudantes conseguiram identificar a diferença entre AF, *diet* e *light*, conceituando cada alimento. Ressaltamos que dos 24 participantes, 19 estudantes conceituaram os três alimentos, 2 não conseguiram e 3 conceituaram somente os alimentos *diet* e *light*. A seguir, apresentamos a pergunta que foi feita com algumas das respostas mais relevantes para a pesquisa (Quadro 33).

Quadro 33 - Questionário final da leitura de rótulos, respostas da pergunta 4

<i>Você sabe qual a diferença entre um alimento funcional, diet e light?</i>	
✓	<p>“<i>Diet</i> são alimentos isentos ou substituídos seus componentes, por exemplo açúcar por outro composto que seja doce”.</p> <p>“<i>Light</i> são alimentos com redução de açúcares ou outro componente”.</p> <p>“Funcionais, são propriamente processados para o auxílio do organismo e tem uma mensagem”.</p>
✓	<p>“<i>Light</i>, redução de açúcar”.</p> <p>“<i>Diet</i>, outra molécula do que a convencional”.</p> <p>“Funcional, faz bem para a saúde e possui uma mensagem na embalagem”.</p>
✓	<p>“<i>Diet</i> isento de alguns compostos”.</p> <p>“<i>Light</i> redução de alguns compostos”.</p> <p>“Funcional, mostra em seu rótulo auxílio no corpo em alguma função”.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Na quinta questão do questionário final os estudantes conseguiram identificar nas ilustrações apresentadas a diferença dos AF e justificar sua escolha. A pergunta 5 foi a seguinte: De acordo com as ilustrações abaixo, circule as imagens que apresentam alimentos funcionais. Após, escreva um parágrafo justificando sua escolha.

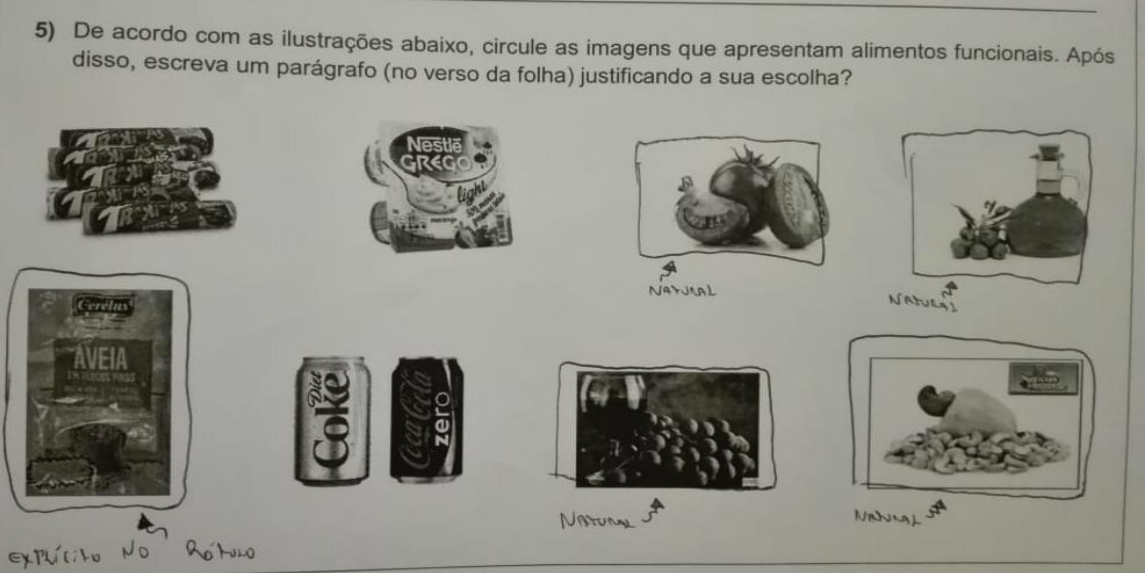
As imagens continham cinco alimentos que podem ser considerados funcionais, sendo 3 naturais (tomate, caju e uvas), 2 processados (aveia e azeite de oliva), um alimento *light* (iogurte), outro *diet* (Coca-Cola) e um alimento normal (bolacha).

Dos 24 participantes, 6 estudantes assinalaram todos os AF, 11 estudantes assinalaram quatro AF, 1 estudante assinalou dois AF, 4 estudantes assinalaram um AF somente e 2 estudantes não responderam. Desses 24 estudantes 13 apresentaram uma justificativa da sua escolha. A seguir, apresentamos dois exemplos da escolha e justificativa por parte de dois estudantes (Quadro 34).

Quadro 34 - Questionário final da leitura de rótulos respostas da pergunta 5

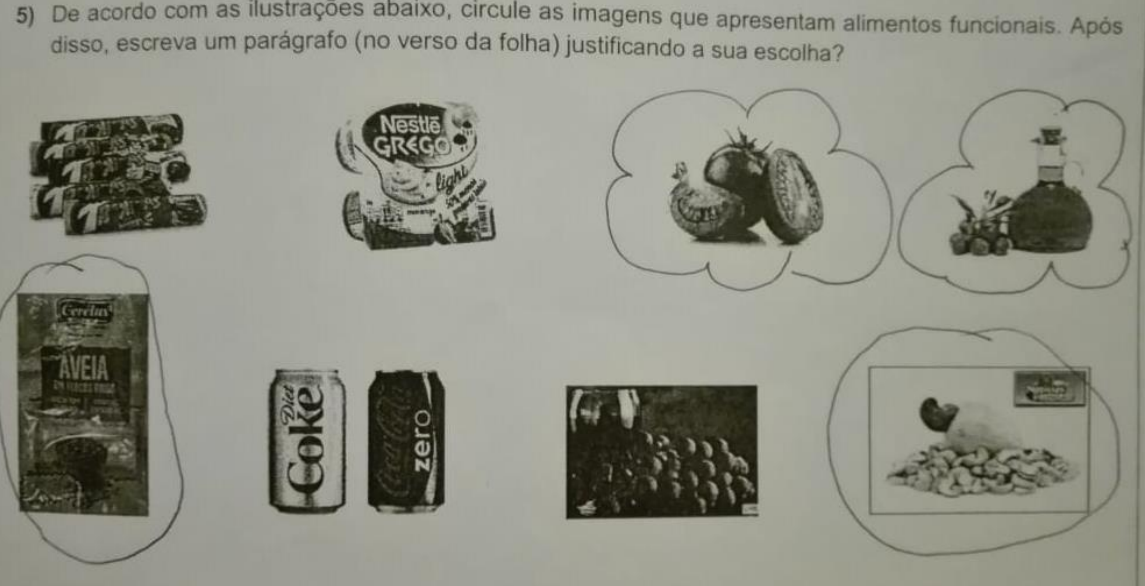
Respostas da pergunta 5 do Questionário final sobre leitura de rótulos dos alimentos

5) De acordo com as ilustrações abaixo, circule as imagens que apresentam alimentos funcionais. Após disso, escreva um parágrafo (no verso da folha) justificando a sua escolha?



“Justificando, são funcionais, pois apresentam no rótulo ou são alimentos naturais que contêm moléculas que ajudam na saúde”.

5) De acordo com as ilustrações abaixo, circule as imagens que apresentam alimentos funcionais. Após disso, escreva um parágrafo (no verso da folha) justificando a sua escolha?



“São alimentos funcionais, pois são todos naturais e através da sua composição trazem benefícios para a saúde”.

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, analisando o Quadro 34, o primeiro estudante assinala os 5 alimentos considerados funcionais justificando sua escolha expressando que “apresentam no

rótulo” ou “são alimentos naturais” que “contém moléculas que ajudam na saúde”. O segundo estudante assinala 4 AF e justifica que “são todos naturais” e “através da sua composição” trazem “benefícios para a saúde”.

Neste contexto, percebe-se que a maioria dos estudantes compreendeu o propósito da leitura dos rótulos nos alimentos. Conseguiram diferenciar os AF, com base à leitura demonstrando que os AF que são processados contém uma mensagem na sua embalagem, bem como se baseando na composição destes e dos benefícios para a saúde.

4.2.2.2. *Evolução do conhecimento químico sobre funções orgânicas*

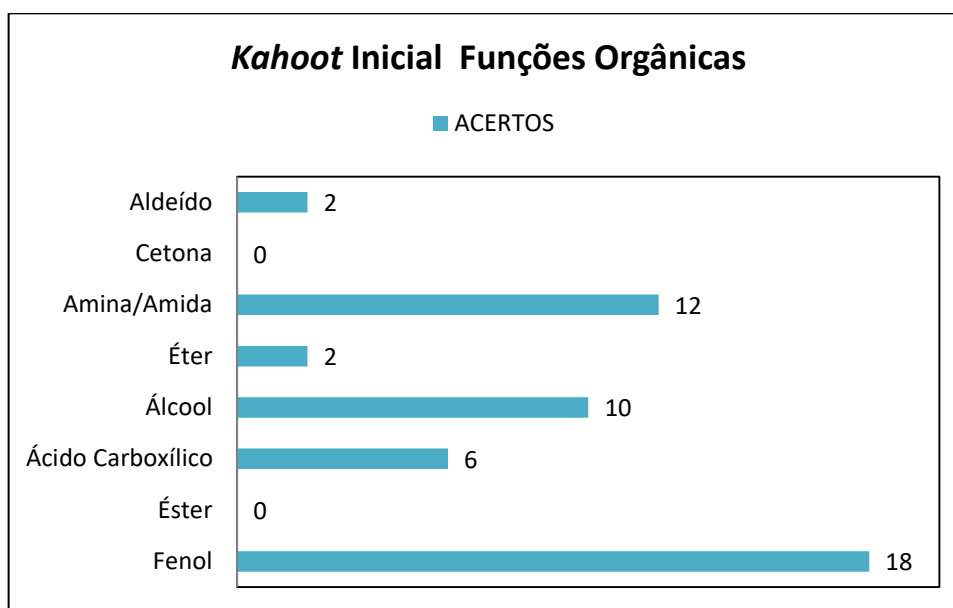
Nesta categoria, para avaliar a evolução do conhecimento químico adquirido pelos estudantes, utilizamos o aplicativo *Kahoot*. Foram analisados os resultados obtidos a partir do *Quiz* inicial e final sobre reconhecimento de funções orgânicas (Apêndice B). Os dois questionários consistiram de perguntas similares. 28 estudantes responderam ao *Quiz* inicial, já ao *Quiz* final responderam 36 estudantes.

As perguntas dos dois questionários abordaram as seguintes funções orgânicas: fenol, éster, ácido carboxílico, álcool, éter, amina/amida, cetona e aldeído. Os estudantes tinham somente uma resposta possível. O propósito dos jogos foi identificar as dificuldades que os estudantes tinham para reconhecer as funções orgânicas presentes nas moléculas de AF. Dessa forma, foram comparadas as respostas corretas do questionário inicial e final. Com isto, podemos perceber como os estudantes conseguiram evoluir no processo.

Apresentaremos as respostas para cada *Quiz* separado e ao final realizaremos a comparação da porcentagem entre acertos e erros nas duas atividades. Isto, devido à oscilação do número de participantes.

A seguir, na Figura 55, representamos o número de estudantes que reconheceram corretamente as funções orgânicas no *Quiz* inicial.

Figura 55 - Número de acertos na identificação de funções orgânicas (Quiz inicial)



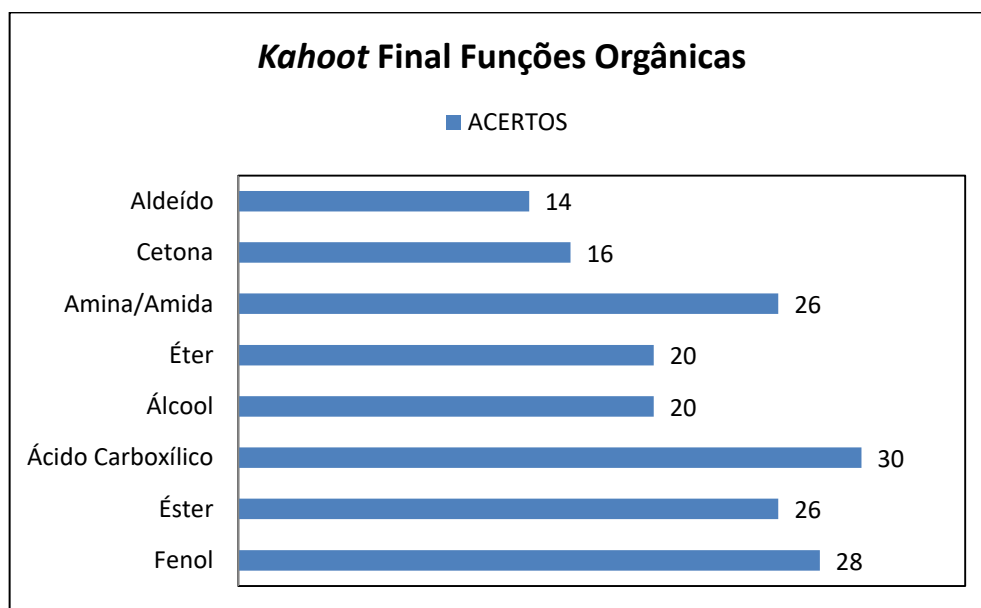
Fonte: Dados da pesquisa

Através da análise da Figura 55, observamos que os estudantes tiveram dificuldades na identificação das funções orgânicas. Dos 28 participantes, nenhum estudante conseguiu identificar as funções cetona e éster. Somente 4 estudantes conseguiram identificar as funções aldeído e éter. Já 6 estudantes identificaram a função ácido carboxílico, 10 estudantes identificaram a função álcool, 12 estudantes identificaram as funções amina e amida, e 18 estudantes identificaram a função fenol.

Neste contexto, observamos uma dificuldade nos estudantes para reconhecer as funções que contêm o grupo carbonila na sua estrutura. A respeito da função éster muitos deles confundiram com a função álcool e ácido carboxílico, devido a sua similaridade. A respeito da função cetona percebemos que confundiam as funções álcool e aldeído. Entanto para a função éter confundiram com as funções aldeído, éster e ácido carboxílico. Também confundiram muito a função aldeído com a função ácido carboxílico. Em relação a função ácido carboxílico a maioria confundiu com éster novamente. A maioria dos estudantes confundiu a função álcool com a função cetona. Assim, em relação às funções amina e amida, tivemos um número bastante representativo de acertos. Finalmente, mais da metade dos participantes identificaram a função fenol.

Já, na segunda aplicação do *Quiz* sobre funções orgânicas, contamos com a participação de 36 estudantes. Dessa forma, apresentaremos, na Figura 56, o número de estudantes que responderam corretamente a cada pergunta do questionário.

Figura 56 - Número de acertos na identificação de funções orgânicas (*Quiz final*)

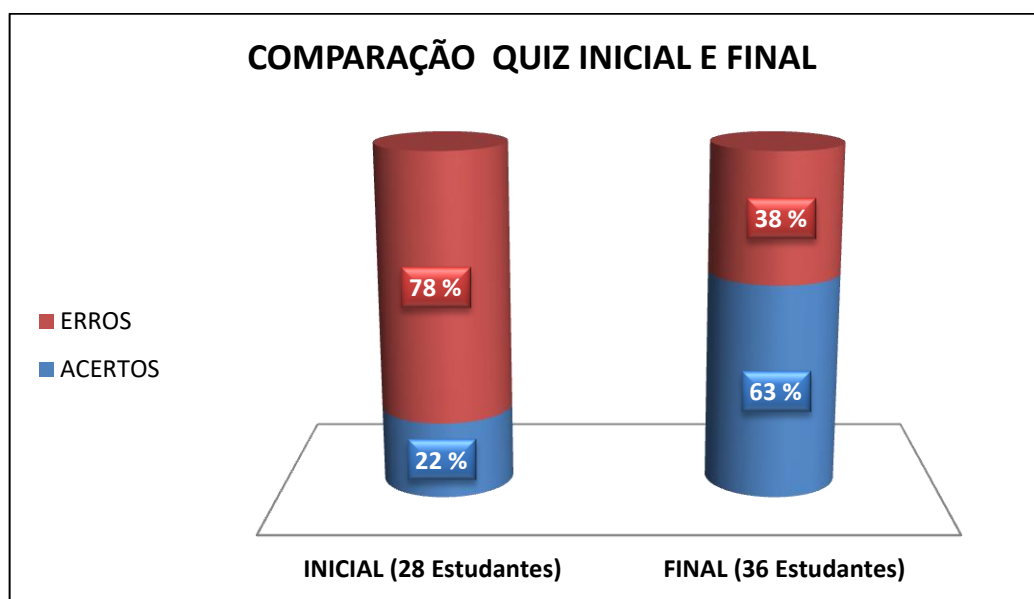


Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 56 e comparando-a com a Figura 55, observamos que as perguntas que tratavam das funções cetona, éster, éter e aldeído que anteriormente poucos estudantes acertaram, após as intervenções, uma grande diferença foi observada, pois um número maior de estudantes respondeu corretamente. Dos 36 participantes, 26 estudantes identificaram corretamente a função éster, 16 a função cetona, 20 a função éter e 14 a função aldeído, 30 estudantes identificaram a função ácido carboxílico.

Para corroborar a mudança existente nos estudantes e para maior entendimento, apresentamos uma comparação dos resultados que o aplicativo fornece sobre às porcentagens de acertos e erros dos questionários (Figura 57).

Figura 57 - Comparação entre acertos e erros do Quiz inicial e final de funções orgânicas



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a figura 57, podemos constatar uma evolução do conhecimento adquirido pelos estudantes. A respeito do questionário inicial obtivemos 22 % de acertos e 78 % de erros. Já no questionário final, obteve-se 63 % de acertos e 38 % de erros. Inicialmente menos da metade dos estudantes conseguiam reconhecer corretamente as funções orgânicas, após de todas as atividades desenvolvidas na oficina temática mais da metade dos estudantes lograram reconhecer corretamente as funções orgânicas, confirmando um avanço significativo na construção do seu conhecimento.

Podemos concluir que o aplicativo foi uma boa estratégia, pois os estudantes se mostraram motivados a aprender e se divertiram, portanto podemos considerar que foi uma ferramenta muito útil para avaliar os conhecimentos prévios e adquiridos pelos estudantes.

4.2.2.3. Contribuições das atividades experimentais

A atividade experimental foi desenvolvida no laboratório da escola durante a sétima intervenção. Esta atividade foi composta de três experimentos com uma abordagem verificativa. Contamos com a participação de 28 estudantes divididos em 7 grupos. Na tabela 4, descrevemos o número de estudantes que formavam cada grupo.

Tabela 4 - Número de estudantes por grupo

Grupo	Estudantes
1	4
2	4
3	5
4	3
5	4
6	5
7	3
TOTAL	28

Fonte: Dados da pesquisa

Cada grupo recebeu um roteiro experimental (Apêndice J) contendo o procedimento para a realização de cada experimento e uma parte a ser completada durante e após a atividade experimental. Os experimentos realizados foram: identificação de duplas ligações dos ácidos graxos no azeite de oliva; identificação de aldeídos e cetonas nos compostos fenólicos dos chás e identificação de polifenóis no suco de caju.

No primeiro experimento, identificação de duplas ligações dos ácidos graxos no azeite de oliva, os estudantes usaram amostras de: óleo mineral, azeite de oliva e óleo de canola e uma solução de iodo. As amostras foram colocadas em três tubos de ensaio e os estudantes deveriam observar a mudança de cor que ocorria em cada tubo de ensaio (detalhes do experimento p. 80).

No segundo experimento, identificação de aldeídos, os estudantes usaram duas soluções: chá de erva cidreira e chá verde. Foram colocadas cada uma em um tubo de ensaio e reagiram com 2,4-dinitrofenilhidrazina (detalhes do experimento p.81). O chá de erva cidreira contém o citral (princípio ativo) que tem na sua

estrutura a função aldeído, portanto reage com a 2,4-dinitrofenilhidrazina formando 2,4-dinitrofenilhidrazona, produzindo uma mudança de cor para amarelo escuro. Já o chá verde que contém catequina tendo a função fenol presente que ao reagir com o ferro produz um complexo, de coloração preta.

No terceiro experimento, identificação de polifenóis no suco de caju, (detalhes do experimento p.82) por apresentar uma ampla variedade de polifenóis, reage com o Ferro do cloreto férrico (5%), formando um precipitado de cor esverdeada escura e ao reagir com cloreto férrico (3%) e ferrocianeto de potássio, provoca uma reação de complexação formando um precipitado de cor azul escura (azul de prússia). Estas reações foram efetuadas em dois tubos de ensaio diferentes.

Os estudantes tinham que observar as mudanças de cor que ocorriam em cada tubo e descrever no roteiro da experimentação (Apêndice J) os resultados obtidos explicando tais mudanças.

Analisando os resultados e as explicações de cada grupo para a atividade experimental observamos que 4 grupos (1, 2, 4 e 6) realizaram de uma forma satisfatória esta atividade, conseguindo descrever de forma correta os resultados e explicando o que acontecia em cada experimento. Já 3 grupos (3, 5 e 7) descreveram somente os resultados e suas explicações não foram satisfatórias.

Desse modo, comprovamos que todos os grupos (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) conseguiram obter os resultados esperados durante a atividade. Mas os grupos 3, 5 e 7 não conseguiram elaborar uma explicação.

A seguir, apresentaremos a análise do experimento apenas dos grupos (1, 2, 4 e 6), que elaboraram de modo satisfatório suas respostas. No Quadro 35 apresentamos as explicações mais relevantes para a pesquisa.

Quadro 35 - Explicações dos experimentos desenvolvidos

(continua)

GRUPO	EXPLICAÇÃO
1	1. “O tubo 1 não tem dupla ligação e fica a cor do iodo , no tubo 2 possui mais duplas por isso a coloração, no tubo 3 tem mais duplas que os outros”. 2. “Tubo 1, o aldeído reage com o reagente e muda a cor porque altera a estrutura . No tubo 2, a catequina e ferro reagem e formam um novo complexo de cor preta”. 3. “O polifenol reage com o ferro e deixa com coloração verde. O ferro reage com o cianeto e depois com os polifenóis formando um complexo azul”.

(conclusão)

2	<ol style="list-style-type: none"> 1. “No primeiro tubo não teve mudança de cor, o iodo está reagindo com as duplas ligações dos azeites”. 2. “O citral do chá de cidreira tem a função aldeído que reage com o 2,4-dinitrofenilhidrazina, após muda a estrutura do reagente. O chá verde reage com o cloreto férrico formando um complexo”. 3. “O suco de caju reagindo com o cloreto férrico ficou verde porque os polifenóis reagem com o ferro e a cor azul se origina pelo reagente ferrocianeto de potássio”.
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. “No tubo 1 não vai reagir o iodo com as duplas porque não tem. Nos tubos 2 e 3 o iodo reage com as duplas mudando de cor”. 2. “No tubo 1 vai se formar 2,4-dinitrofenilhidrazona e no 2 a coloração muda pela reação da catequina com o ferro”. 3. “No tubo 1, forma um complexo com o ferro, assim mudando de cor. No tubo 2, muda de cor por causa do ferrocianeto de potássio assim ficando azul”.
6	<ol style="list-style-type: none"> 1. “As cores dependem das reações dos respectivos reagentes. Nos azeites o iodo reage com a quantidade de duplas ligações, quando mais duplas mudará a cor”. 2. “Os princípios ativos dos chás reagem com os reagentes e formam complexos, que indicam a intensidade de cor”. 3. “Os polifenóis reagem com os compostos férricos e forma complexos de cores”.

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 35, podemos observar que os grupos conseguiram explicar de forma satisfatória os resultados por meio da observação das mudanças de cor que ocorreram. Portanto, no primeiro experimento todos os grupos relacionam a mudança de coloração que ocorreu pela reação entre a amostra dos azeites, com o iodo e as duplas ligações presentes. Por exemplo, o grupo 1 descreve “o iodo está reagindo com as duplas ligações dos azeites” e grupo 6 explica “nos azeites o iodo reage com a quantidade de duplas ligações, quanto mais duplas mudará a cor”. Já para o segundo experimento o grupo 2 descreve “o citral tem a função aldeído que reage com o 2,4-dinitrofenilhidrazina e muda a estrutura”, o grupo 4 relata “no tubo 1 (chá de erva cidreira) vai se formar 2,4-dinitrofenilhidrazona”. A respeito do chá verde explicam que a “catequina reage com o ferro formando um complexo”. Finalmente no terceiro experimento todos relacionam a mudança de cor com a reação que ocorre entre “os polifenóis do suco de caju e o ferro provocando a formação de um complexo de colorido”. Apesar das explicações serem sucintas, podemos perceber que os conceitos abordados durante a atividade de maneira geral foram compreendidos.

Dessa forma, a partir da mudança de cor observada pelos estudantes eles conseguiram de forma satisfatória detectar a presença de grupos funcionais e funções orgânicas nas substâncias presentes em cada amostra. Sendo estas substâncias as que produzem benefícios na nossa saúde e que podem estar presentes nos alimentos funcionais.

Podemos considerar que a realização dos experimentos contribuiu para um melhor entendimento dos conteúdos de Química que foram abordados durante as atividades anteriores, sobre a composição dos AF e seus benefícios através da visualização das reações. Nesta atividade reforçamos que as substâncias bioativas dos alimentos funcionais estão presentes em produtos como os azeites, chás ou suco de caju. Dessa forma, durante a realização dos experimentos os estudantes puderam vivenciar experimentar, isto é, errar e retomar o experimento, refazer.

4.2.3. Análise do desenvolvimento da oficina temática “Antioxidantes e Radicais livres”

Nesta oficina foram aplicados os seguintes instrumentos para coleta dos dados: o aplicativo *Kahoot*, *Quiz* inicial e final da oficina (Apêndice L), *Quiz* inicial e final sobre “Oxidação e Redução” (Apêndice M) e, finalmente foi aplicado um estudo de caso (Apêndice P, Q e R). O propósito desta oficina foi analisar e detectar percepções e conhecimentos sobre antioxidantes e radicais livres antes e depois do desenvolvimento da oficina. Por meio desta oficina procurou-se relembrar os conhecimentos de reações de oxidação e redução contextualizando com os conceitos científicos sobre antioxidantes. Porém, devido aos imprevistos que acontecem no âmbito educativo como mudança nos horários na escola, além de outros acontecimentos, contamos com a participação somente de uma turma ao longo do desenvolvimento desta oficina. Em todas as intervenções na escola, sempre houve uma oscilação em torno ao número de participantes. Mas isto, não foi relevante para os dados obtidos nesta pesquisa.

Responderam aos dois Questionários inicial e final, 20 estudantes, tanto da oficina temática “Antioxidantes (AOX) e Radicais Livres (RL)”, como sobre a avaliação de conteúdo de “Oxidação e Redução”. Já na atividade que envolveu o estudo de caso participaram 16 estudantes.

Dessa forma, com base nos resultados obtidos para a análise foram criadas 3 categorias, são elas:

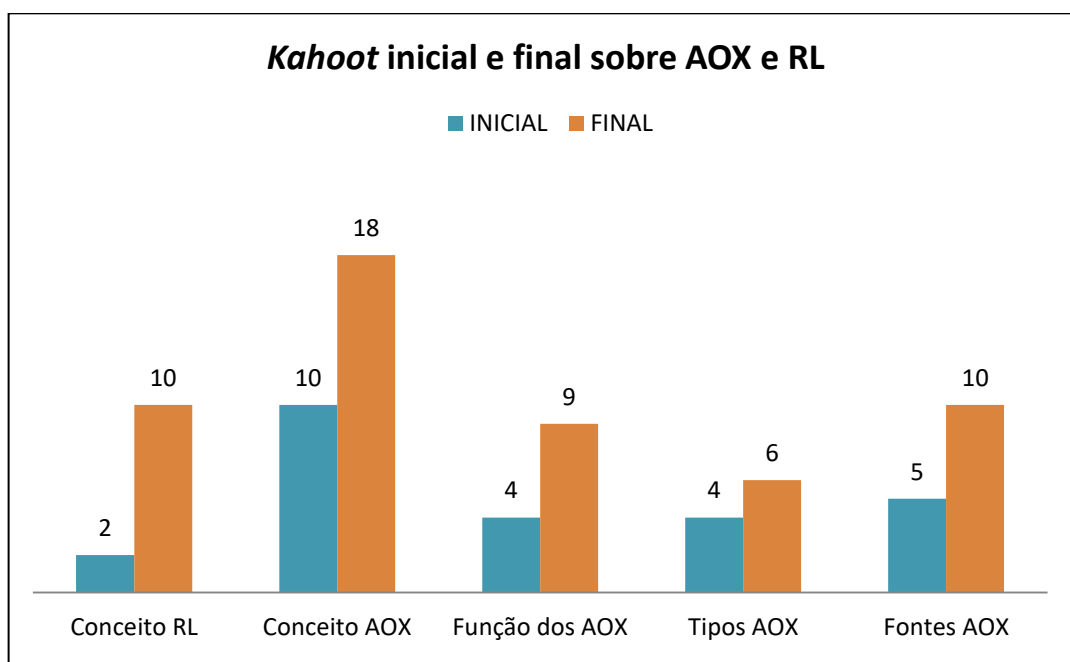
- Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre Antioxidantes e Radicais Livres
- Evolução do conhecimento químico sobre oxidação redução
- Contribuições do estudo de caso

4.2.3.1. Concepções prévias e conhecimento adquirido sobre Antioxidantes e Radicais Livres

Para avaliar esta categoria utilizamos os dados fornecidos pelo aplicativo *Kahoot*, *Quiz* inicial e final sobre “Antioxidantes e Radicais Livres” (Apêndice L). Estas atividades foram desenvolvidas tanto na décima intervenção quanto na decima quinta intervenção, respectivamente. Dessa forma, o propósito desta atividade foi diagnosticar os conhecimentos prévios e os conhecimentos adquiridos por parte dos estudantes sobre este tema. Assim, consideramos importante analisar as perguntas mais relevantes para esta pesquisa, sendo elas: O que é um radical livre? O que é um antioxidante? Qual a função dos antioxidantes? Os antioxidantes podem ser? Onde podemos encontrar os antioxidantes?

A seguir apresentamos um gráfico (Figura 58) com as respostas corretas dos estudantes ao questionário inicial e final.

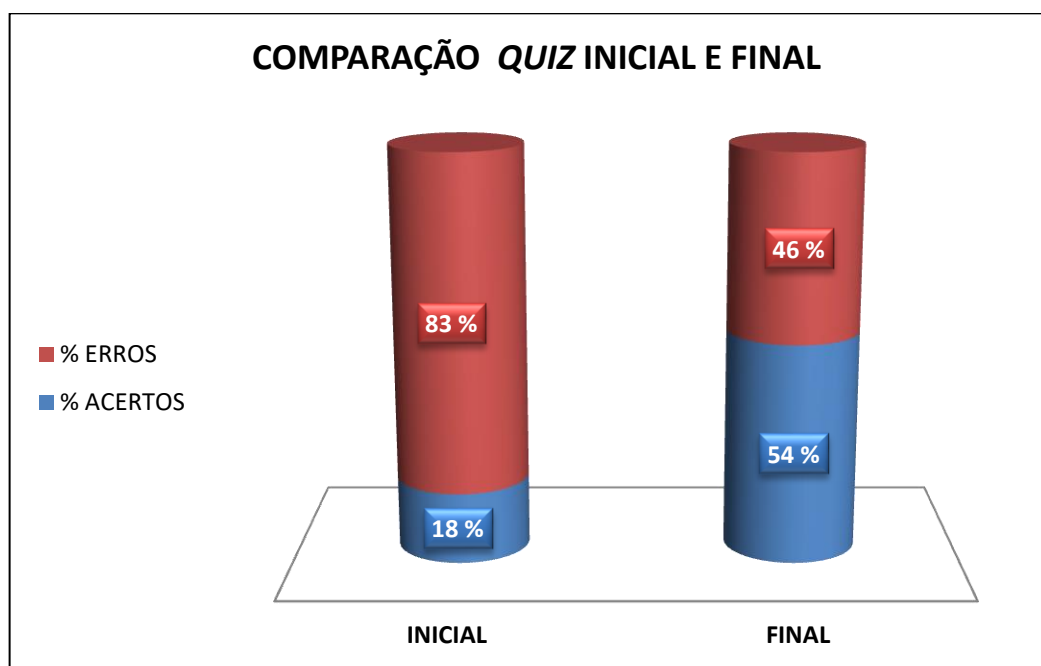
Figura 58 - Número de respostas corretas no Quiz inicial e final sobre AOX e RL



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 58, podemos observar que no início da oficina, dos 20 estudantes que participaram, 2 estudantes responderam corretamente o que é um radical livre. A respeito da pergunta que aborda o conceito de antioxidante, obteve-se 10 respostas corretas, sendo este um número consideravelmente alto. Provavelmente esse número de acertos está relacionado com a palavra “antioxidante”, onde os estudantes possivelmente relacionaram o sentido e não o conceito com a resposta: -“substância que inibe ou retarda a oxidação”- correta do questionário. A respeito das outras perguntas podemos observar que tiveram um número baixo de respostas corretas. Dessa forma, comparando com as respostas ao final da oficina, encontramos um acréscimo nos acertos. Observamos que 18 dos 20 estudantes conseguiram responder corretamente o que é um antioxidante e 10 estudantes responderam corretamente o que é um radical livre. Já nas outras perguntas não observamos um aumento considerável de acertos. A seguir, apresentamos a Figura 59, que traz uma comparação em porcentagens dos erros e acertos dos estudantes no questionário inicial e final.

Figura 59 - Acertos e erros no Quiz inicial e final sobre AOX e RL



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a figura 59, podemos observar um avanço significativo por parte dos estudantes. No início da oficina foi obtido 18 % de acertos no questionário inicial, representando menos da metade dos estudantes. Já no questionário final, os estudantes aumentaram seus acertos para 54%, embora não seja uma porcentagem muito alta, consideramos significativo que, a metade dos estudantes conseguiu responder corretamente aos questionamentos.

Dessa forma, ao longo da oficina, percebemos a dificuldade dos estudantes para compreender estes temas. A causa pode ser a complexidade dos conhecimentos científicos que abordam o entendimento de radicais livres e antioxidantes. Também o menor número de intervenções e atividades para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem dentro desta oficina temática.

4.2.3.2. *Evolução do conhecimento químico sobre oxidação-redução*

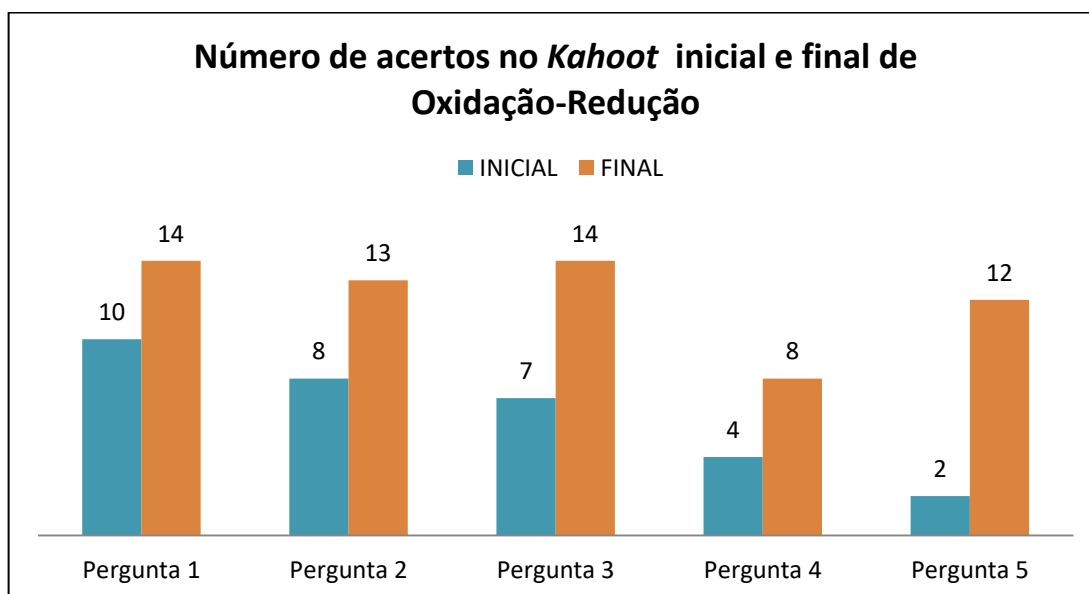
Nesta categoria analisaremos o Quiz inicial e final (Apêndice M) que abordava conteúdos sobre oxidação e redução. O objetivo foi identificar os conhecimentos prévios e adquiridos no decorrer desta oficina. Embora os conteúdos sejam

exclusivos do segundo ano de ensino médio, consideramos abordá-los pela proximidade dos conceitos científicos relacionados com antioxidantes e radicais livres. Para à análise consideraremos as seguintes perguntas do questionário, que para nosso critério, abordam os conhecimentos gerais sobre oxidação e redução. Para maior entendimento do leitor numeramos cada pergunta que será analisada:

1. O que acontece em uma reação de oxirredução?
2. Em qual processo acontece perda de elétrons?
3. Em qual processo acontece um ganho de elétrons?
4. Quem sofre redução?
5. Quem sofre oxidação?

No seguinte gráfico (Figura 60), apresentamos o número de respostas corretas dos estudantes ao *Quiz* inicial e final desta atividade.

Figura 60 - Número de respostas corretas no *Quiz* inicial e final sobre oxidação e redução



Fonte: Dados da pesquisa

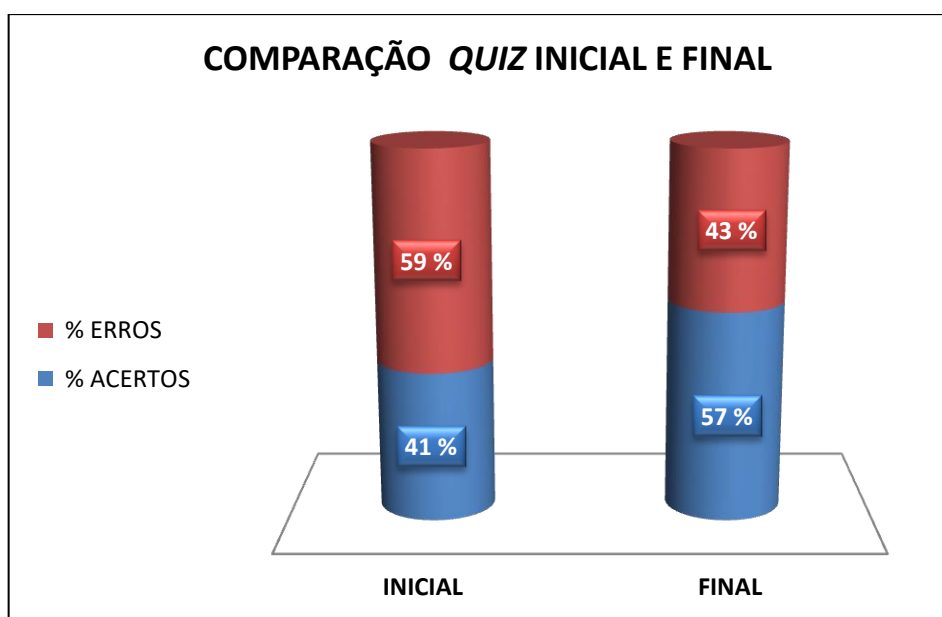
Dessa forma, analisando a Figura 60, podemos observar de uma forma geral que no questionário final obtivemos um maior número de acertos, embora não tenha sido tão significativo. Dos 20 participantes, inicialmente 10 responderam corretamente à pergunta 1 no questionário inicial. Confirmando que a metade dos estudantes já tinham um conhecimento prévio dos anos passados sobre a

transferência de elétrons que acontece nas reações de oxirredução. Na pergunta inicial 4 e 5 poucos acertaram, isto, denota a dificuldade dos estudantes para identificar em uma reação qual é o agente redutor e qual é o agente oxidante.

Neste contexto, no questionário final obteve-se um maior número de respostas corretas em todas as perguntas. Na pergunta 1, 2 e 3, obteve-se 14, 13 e 14 acertos respectivamente. Já para a pergunta 4 e 5, obteve-se 8 e 12 acertos respectivamente. Assim, mesmo que alguns não tenham conseguido responder corretamente nota-se uma melhoria na aquisição de conteúdos sobre oxidação e redução.

A seguir, apresentamos na Figura 61, uma comparação entre acertos e erros no questionário inicial e final desta atividade.

Figura 61 - Acertos e erros no Quiz inicial e final sobre oxidação e redução



Fonte: Dados da pesquisa

Analisando a Figura 61, podemos observar uma porcentagem dos acertos e erros do questionário inicial e final sobre oxidação e redução. Assim, temos um aumento de 41 % a 57 % de acertos no questionário. Embora não seja um aumento considerável ou significativo, acreditamos que contribuimos favoravelmente na retomada destes conteúdos químicos com os estudantes.

Cabe ressaltar que esses resultados são de uma turma só que participou destas atividades.

4.2.3.3. *Contribuições do estudo de caso*

Nesta categoria analisaremos as contribuições do estudo de casos, atividade feita pelos estudantes no laboratório de Química por meio de uma experimentação como estudo dirigido. Elaborou-se um estudo de caso (Apêndice P) de acordo com a metodologia proposta por Sá e Queiroz (2009) para fomentar nos estudantes a interpretação de textos, resolução de problemas e tomada de decisões. Contamos com a participação de quatro grupos de estudantes, os quais tiveram que resolver o caso com auxílio de vários subsídios fornecidos pelo professor, como por exemplo, o estudo dirigido (Apêndice Q) para demonstrar a capacidade antioxidante de substâncias e um quadro com informações de substâncias bioativas, seus benefícios e possíveis fontes (Apêndice R). Participaram desta atividade 16 estudantes divididos em 4 grupos. Dessa forma, os estudantes teriam que responder um e-mail para Leonora (Apêndice P).

Os estudantes foram desafiados a demonstrar a capacidade antioxidante das substâncias e comparar com um amostra padrão. Com base nos resultados obtidos, deveriam responder o e-mail expressando em ordem decrescente a capacidade antioxidante das substâncias. Além disso, fornecer informações sobre a composição de cada amostra, seus benefícios e suas possíveis fontes.

Dessa forma, os estudantes testaram três amostras: chá verde, chá de frutas vermelhas e um comprimido de vitamina C. Um teste realizado como comprovação deste experimento, demonstrou que a maior capacidade antioxidante era da vitamina C, seguido do chá de frutas vermelhas e do chá verde.

No Quadro 36, apresentamos os e-mail com as resposta dos estudantes para Leonora.

Quadro 36 - Resolução do estudo de caso

(continua)

Grupo	Resolução do caso
1	<p>Bom dia Leonora!</p> <p>De acordo com o nosso experimento nas técnicas da Escola CR concluímos que a amostra controle nos dá a base para diferenciarmos a luminosidade de cada substância. “Chegamos ao resultado:</p> <p>1: Comprimido de vitamina C, contém vitamina C (ácido ascórbico) e tem atividade antioxidante.</p> <p>2: Chá verde: contém catequinas que beneficiam pois reduzem a incidência de certos tipos de câncer.</p> <p>3: Chá de frutas vermelhas: contém catequinas e taninos com ação antioxidante.</p> <p>Fontes: A vitamina C se encontram nas frutas cítricas, as catequinas podem nas cerejas, amoras e vinho tinto e os taninos na uva, caju, maçã, etc.”</p> <p>Esperamos ter ajudado. Atenciosamente, Laboratorio Cilon Rosa</p>
2	<p>A amostra 1 possui mais antioxidante, sendo assim brilha menos.</p> <p>A amostra 2 possui menos antioxidante do que a amostra 1</p> <p>A amostra 3 possui maior quantidade de antioxidantes que todas as amostras anteriores, sendo assim ela brilha menos do que os anteriores. Fazendo dela a amostra ideal para a bebida.</p> <p>A amostra 1 possui catequinas.</p> <p>A amostra 2 possui flavonoides, taninos e catequinas</p> <p>A amostra 3 possui vitamina C somente.</p> <p>A amostra 1 é boa pois reduz o colesterol ruim e reduz o risco para alguns tipos de câncer.</p> <p>A amostra 2 tem ação antioxidantes, anti-inflamatórias e vasodilatadora.</p> <p>A amostra 3 também tem ação antioxidante.</p>
3	<p>Olá Leonora!</p> <p>Com base no experimento aplicado no dia 05 de dezembro podemos obter os seguintes resultados:</p> <p>“O que tem maior capacidade antioxidante, sendo a intensidade da luz menor foi a vitamina C, com o benefício de auxiliar no sistema imunológico, sendo adquirido nas frutas cítricas: laranja, limão, etc. O segundo maior em capacidade antioxidante é o chá verde, produzindo mais luminosidade que a vitamina C, mas mesmo assim sendo baixo. Seus benefícios: estimula o sistema imunológico. O terceiro é a amostra 2 com intensidade de luz alta, tendo o benefício de estimular o sistema imunológico também. A amostra controle com menor capacidade antioxidante e maior intensidade de luz é o controle”</p> <p>Laboratorio Cilon rosa Abç</p>
4	<p>Bom dia! Nós alunos do Cilon Rosa, analisamos suas amostras e chegamos na seguinte conclusão:</p> <p>Em ordem decrescente de capacidade antioxidante,</p> <p>1: Vitamina C: auxilia no funcionamento do sistema imunológico e</p>

(conclusão)

	<p>você pode encontrar em frutas como laranja, limão, abacaxi.</p> <p>2: Taninos: tem benefício de ser antissépticos, vasoconstritor. Exemplo: uva, maçã e caju.</p> <p>3: catequinas: ajuda na prevenção de certos tipos de câncer e estimula o sistema imunológico. Exemplo: chá verde, amoras e vinho tinto.</p> <p>Antenciosamente, Laboratório de análises Cilon Rosa</p>
--	---

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 36 da resolução do estudo de caso dos quatro grupos, podemos observar que, 3 deles alcançaram o objetivo de uma forma satisfatória (grupo 1, 3 e 4) respondendo o e-mail para Leonora de uma forma clara. Aliás, os 3 grupos chegaram a ordenar em forma decrescente de capacidade antioxidante segundo a intensidade de luz que as amostras emitiam. Isto demonstra que eles compreenderam com clareza como reage um antioxidante em uma reação de oxidação. Além disso, os três grupos fizeram relação com as substâncias bioativas de cada amostra descrevendo seus benefícios e possíveis fontes. Diante disso, acreditamos que eles utilizaram de forma correta os subsídios fornecidos para a resolução do estudo de caso. Os três grupos responderam de uma forma clara e coerente à Leonora, isso demonstra que os estudantes compreenderam objetivo do estudo de caso apresentando uma solução para o problema.

Já o grupo 2, não alcançaram satisfatoriamente o objetivo do estudo de caso. Primeiramente porque eles não responderam o e-mail à Leonora, somente descrevem os resultados dos testes dando uma explicação aos resultados, bem como oferecendo informações sobre a composição de cada amostra, seus benefícios e fontes. Porém, demonstraram ter feito corretamente as análises (estudo dirigido), demonstrando que compreenderam o princípio do experimento para demonstrar a capacidade antioxidante.

Finalmente, com esta atividade podemos concluir que a maioria dos estudantes compreendeu e teve um avanço na construção de conhecimentos relacionados aos antioxidantes e como estes atuam nos processos de oxidação. Bem como compreenderam claramente a análise de capacidade antioxidante, utilizando o princípio de quimiluminescência. Dessa forma, acreditamos que o estudo de caso contribuiu para sedimentar os conhecimentos sobre antioxidantes e radicais livres que foram desenvolvidos durante a oficina.

CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como tema norteador desta pesquisa, iniciamos com o seguinte questionamento: **“Como a temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Química para estudantes da terceira série do ensino médio?”**.

Iniciamos esta pesquisa com o primeiro capítulo descrevendo como as temáticas vêm sendo abordadas no contexto do ensino de química. Assim, através da temática “Alimentos Funcionais e seu potencial Antioxidante” relacionamos e selecionamos os conteúdos de química que podem ser abordados. Além dessa abordagem, foram descritas as metodologias de ensino utilizadas neste trabalho (Estudo de casos, atividades experimentais, aplicativo *kahoot*).

Já no segundo capítulo desta dissertação, abordamos os conteúdos científicos em relação à temática “Alimentos Funcionais e seu potencial Antioxidante”, procurando expressar de uma forma clara os conceitos e classificação dos AF. Dessa forma, foram descritos os principais compostos bioativos que os AF contêm junto com seus benefícios e suas fontes, ao final foi desenvolvida a propriedade antioxidante destes compostos.

No terceiro capítulo consta o desenvolvimento deste trabalho. Dividido em duas etapas: a primeira que consistiu em uma pesquisa bibliográfica abordando a temática utilizada com o objetivo de fornecer subsídios tanto teóricos quanto metodológicos; a segunda etapa que descreve o desenvolvimento das intervenções realizadas na escola através de duas oficinas temáticas: a primeira intitulada “Alimentos Funcionais, sua classificação e benefícios” e; a segunda nomeada “Antioxidantes e radicais livres”. Realizamos um total de 16 intervenções divididas em um encontro por semana. O contexto para o desenvolvimento foi uma escola pública da cidade de Santa Maria com estudantes da terceira série do ensino médio. Das intervenções, extraímos os dados para análise da pesquisa, bem como obtivemos subsídios para as considerações que dizem respeito à problemática da pesquisa.

Neste contexto, no capítulo quatro realizamos a análise dos dados obtidos. Organizamos-as de acordo às duas etapas desta pesquisa. A primeira correspondente à análise de publicações que versam sobre nossa temática e a segunda com base nos resultados obtidos na escola a partir dos instrumentos de

coleta dados. Foram elaboradas e aplicadas duas oficinas temáticas “Alimentos Funcionais, composição e benefícios” e; análise do desenvolvimento da oficina temática “Antioxidantes e Radicais Livres”. Em cada tópico foram surgindo categorias e subcategorias para sua respectiva análise.

No primeiro tópico procuramos conhecer as concepções prévias e as opiniões dos estudantes sobre as aulas e os conteúdos de química utilizando questionários como instrumento de coleta de dados. A partir desses dados coletados detectamos que os estudantes relacionam o gosto pelas aulas de química com as atividades e a forma como elas são desenvolvidas, descrevendo como monótonas em alguns casos. Já sobre as atividades diferenciadas na escola os estudantes destacam que um ensino que envolve este tipo de atividade pode ser mais atrativo e motivador. Em relação a química e a vida cotidiana, muitos estudantes afirmaram que existe uma relação, mas muitos deles não a relacionavam com Alimentos Funcionais nem os benefícios que eles podem oferecer.

Na primeira oficina temática “Alimentos funcionais, sua composição e benefícios”, com base nas concepções prévias sobre os alimentos funcionais nos estudantes, constatamos que a maioria dos estudantes não os conheciam. Realizamos nossas atividades auxiliando na aquisição de conhecimentos sobre os AF, mostrando seu conceito, seus tipos, seus benefícios e ensinando a diferenciá-los de outros alimentos. Com isto, os estudantes lograram entender o que é considerado como um alimento funcional; relacionaram sua composição química com os benefícios que eles produzem, ao mesmo tempo; contextualizaram esses conhecimentos científicos com os conteúdos químicos sobre funções orgânicas. Isso foi possível com ajuda de atividades experimentais nas quais se constatou a presença dos grupos funcionais nos compostos bioativos que os alimentos funcionais podem conter.

Já na segunda oficina temática tentamos contextualizar relacionando a propriedade antioxidante que proporcionam compostos bioativos dos AF com os conteúdos de oxidação e redução e como podem beneficiar o nosso organismo. Dessa forma, os estudantes conseguiram relacionar os conceitos de radicais livres e antioxidantes com reações de oxidação e redução. Para finalizar eles constataram mediante um estudo de caso dirigido, como as substâncias bioativas atuam como antioxidantes nas reações de oxidação, realizando uma análise baseada na reação de quimioluminescência que ocorrem nas *lighthsticks*. Assim, os estudantes

enxergaram como as substâncias inibem o processo de oxidação na reação de quimioluminescência e puderam demonstrar a capacidade antioxidante das substâncias utilizadas. Dessa forma, resolveram o estudo de caso em conjunto baseados em suas análises.

Neste contexto de acordo com o nosso objetivo geral: *avaliar as implicações pedagógicas em relação aos conteúdos químicos e as metodologias utilizadas por meio da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante”*, por meio de todo o estudo desenvolvido, podemos concluir que este foi alcançado. A temática utilizada forneceu os estudantes um auxílio para o entendimento dos conteúdos de Química junto com os conteúdos científicos de funções orgânicas e oxidação-redução. Os Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante serviram como base sólida para desenvolver, através de atividades diferenciadas, um maior envolvimento dos estudantes nas aulas de química.

Diante disso, os objetivos específicos foram alcançados satisfatoriamente pois com a pesquisa bibliográfica, obtivemos para nossa pesquisa subsídios tanto teóricos quanto experimentais para realização das atividades nas intervenções desenvolvidas em sala de aula. Aliás, desta pesquisa surgiram os experimentos para serem realizados em sala de aula. Conseguimos explorar a composição química dos Alimentos Funcionais junto com seu potencial Antioxidante de uma forma contextualizada com os conteúdos de Química Orgânica e Inorgânica. Conseguimos também avaliar a metodologia aqui proposta, através de ferramentas como questionários, atividades experimentais, TIC's (*Kahoot*) e estudo de caso.

Os estudantes compreenderam o que é um AF. Eles conseguiram diferenciar os tipos que existem e como a química está envolvida neles, através da composição de substâncias bioativas que podem nos favorecer na manutenção da nossa saúde (Quadro 28, Quadro 30, Quadro 34). Os estudantes aprenderam conceitos sobre antioxidantes e radicais livres e a capacidade antioxidante (Figura 58 e 59). Todos estes conhecimentos científicos foram contextualizados com os conteúdos básicos de funções orgânicas (Figura 55, 56 e 57) e de oxidação redução (Figura 60 e 61), demonstrando o avanço dos estudantes após as atividades desenvolvidas. Tudo isto, foi facilitado com a ajuda das atividades experimentais (Quadro 35) e o estudo de caso (Quadro 36).

A respeito das metodologias de ensino utilizadas neste trabalho cabe ressaltar que o aplicativo *Kahoot*, sendo este uma ferramenta TIC, foi de grande

utilidade para o engajamento dos estudantes nas aulas, fazendo-os, ao mesmo tempo, se divertirem e sentirem-se motivados nas intervenções. Acreditamos que esta ferramenta tem seu potencial no jogo, na diversão e na motivação que muitas vezes são reprimidas dentro da escola. Sobretudo nas aulas de química que devido ao conteúdo tão abstrato e difícil, torna-se assustador para o entendimento dos estudantes (Quadro 21).

As experimentações que foram realizadas ajudaram para conseguir os objetivos propostos, sendo de grande contribuição para esta pesquisa. Alegamos que um ensino de química deve ser feito com a experimentação, com os erros e acertos que nos propõe esta disciplina dentro do laboratório, assim, não somente estamos ensinando conteúdos, também estamos preparando os estudantes para a vida. Já o estudo de caso, ajudou na compreensão da capacidade antioxidante das substâncias bioativas que podem estar presentes nos AF, assim, os estudantes sentiram-se como verdadeiros químicos e investigadores, um estudante expressou em algum momento ter se sentido *“um verdadeiro químico/biomédico”*, demonstrando como esta atividade contribuiu com a resolução de problemas e na tomada de decisões (Quadro 22 e 23).

Desta forma, permitiu que a maioria dos estudantes conseguissem um avanço significativo estabelecendo uma relação entre a química os Alimentos Funcionais e sua composição junto com benefícios que podemos obter no seu consumo, como combater riscos de doenças ou sua propriedade antioxidante, visando à manutenção da nossa saúde com base em uma boa alimentação (Quadro 25 e 26).

Apesar dos objetivos desta pesquisa terem sido atingidos, no decorrer do desenvolvimento da aplicação houve vários imprevistos. Dessa forma, a pesquisa teve que ser adaptada às novas circunstâncias. Diante disso, as oficinas foram readaptadas aos horários que eram disponibilizados na escola, bem como, ao número de participantes que foi inconstante durante toda a pesquisa. Com isto, ao final para o desenvolvimento da segunda oficina temática tivemos que trabalhar somente com uma turma das duas que foram convidadas no início.

Finalizando gostaria de expressar que foi muito gratificante realizar esta pesquisa de mestrado. Desde o início ao fim foi uma vivência que me encheu de grandes conhecimentos científicos, químicos e pedagógicos. Além disso, acredito seja o que mais servirá para o futuro, é o desenvolvimento pessoal que obtive ao longo deste trabalho. Por último, acho relevante citar a contribuição que esta

pesquisa pode ter fornecido ao ensino com um artigo submetido em novembro de 2018 na revista Química Nova na Escola na seção de Química e Sociedade, sob título “A Química dos Alimentos Funcionais”, o qual apresenta de forma sucinta uma revisão bibliográfica sobre os alimentos funcionais, seus principais compostos bioativos, a história de seu surgimento, sua química e o potencial de seus benefícios. Além de sugestões de como abordar esta temática por meio de algumas atividades para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Química na escola.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, M. V. et al. Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. **Sociedade Brasileira de Química**, v. 34, n. 02, p. 51–57, 2012.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 18, de 30 de Abril DE 1999. Disponível em: <<https://bit.ly/2FADNBg>>. Acessada em Novembro 2017.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Vol, 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ARAÚJO, U. F. **Temas Transversais e a estratégia de projetos**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

AUGUSTO, O. **Radicais livres: bons, maus e naturais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006

BAPTISTA, I. DE C. et al. Conhecimento da comunidade universitária em relação aos alimentos funcionais. **Acta Scientiarum - Health Sciences**, v. 35, n. 1, p. 15–21, 2013.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4. ed. Berli: Springer, 2009.

BIANCO, A. L. **A Construção das Alegações de Saúde para Alimentos Funcionais**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 113 p. 2008.

BLAND, J. S. The Natural Roots of Functional Medicine. **Integrative Medicine: A Clinician's Journal**. v. 17, n. 1, p. 12-16. 2018.

BLATCHLY, R. A.; DELEN, Z.; O' HARA, P. Making Sense of Olive Oil: Simple Experiments To Connect Sensory Observations with the Underlying Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 10, p. 1623–1630, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F. et al. A Química dos Chás. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 168–175, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. O Ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. Edição Especial II, p. p. 819-826, Janeiro 2014.

BRASIL. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Alimentos Funcionais. 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/1e3mjQ6>>, Acesso em: novembro de 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais

nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. Brasília : Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 496 p, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Vigitel Brasil 2016: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira** - Promovendo uma Alimentação Saudável. Ed. Especial. Brasília, 2005.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** – Ensino Médio. Brasília. 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências Naturais. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. V. 2. Brasília, 2006.

BRUICE, P. Y. **Fundamentos de Química Orgânica**. Tradução de Ana Julia Perrotti Garcia. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. **Boletim da SBCTA**. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CHASSOT, A. I. **A Educação no Ensino da Química**. Ijuí: UNIJUÍ Editora, 1990.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. D. O. B. **Alimentos Funcionais: Componentes Ativos e Efeitos Fisiológicos**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010.

COSTA , N. M. B.; ROSA, C. D. O. B. **Alimentos Funcionais: Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.

COPPINI, L. Fibras Alimentares e Ácidos Graxos de Cadeia Curta. In: WEITZBERG, D. L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. p. 3113.

DA SILVA, A. C. M. **Base de Dados de Alimentos Funcionais e seus Compostos Bioativos**. 2008. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008. 141 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição)- Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

DA SILVA, R. L.; DO VALE, L. CALOU F. B.; MEIRELES DE DEUS, M. D. S.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico Flavonoids: Chemical composition, medical actions and toxicity. **Acta Toxicológica Argentina**, v. 23, n. 1, p. 36–43, 2015.

DELIZOICOV, D.; ANGIOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, H. P. et al. Identificação de Polifenóis : Sequência Pedagógica para o Ensino Médio Identificação de Polifenóis : Sequência Pedagógica para o Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 2, p. 467–477, 2014.

DURAND, A. M. **A química dos Minerais: Uma temática para investigar o papel da experimentação no Ensino de Ciências**. 2015. 272 p. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. 2015.

ERIVALDO, F. et al. Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos. **Química Nova na Escola**, v. 329, n. 4, p. 329–338, 2017.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Noca na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120–130, 2017.

FONSECA, C. V.; LOGUERCIO, R. DE Q. Conexões entre Química e Nutrição no Ensino Médio: Reflexões pelo Enfoque das Representações Sociais dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 132–140, 2013.

FONSECA F. A. H. Terapia clínica da aterosclerose: uma reflexão sobre os recentes estudos. **Revista Brasileira de Medicina**, pag. 461-464. 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2qjG8VH>>. Acesso em novembro 2018.

FRÉMONT, L. Biological effects of resveratrol. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 3, n. 6, p. 1041–1064, 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**. Vol. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GALLOWAY, K. R.; BRETZ, S. L.; NOVAK, M. Paper Chromatography and UV – Vis Spectroscopy To Characterize Anthocyanins and Investigate Antioxidant Properties in the Organic Teaching Laboratory. **Journal of Chemical Education**, 2015.

GIBSON, G.; WILLIAMS, C. L. **Functional Food**. Boca Raton: Woodehead Publishing Limited, 2001.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2010.

GIADA, M. DE L. R. Uma abordagem sobre a Capacidade Antioxidante in Vitro De Alimentos Vegetais e Bebidas. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 9, n. 1, p. 137–146, 2014.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 2009.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

KAPP, K. M. **The Gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. Pfeiffer. Hoboken, NJ. 2012.

LEHNINGER, A. L. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 6. ed. São Paulo: Sarvier, 2014.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: Teoría e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.

LOYOLA, C. O. DE B.; SILVA, F. C. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 59–67, 2017.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editorial Pedagógica Universitária, 1986.

MARCONDES, M. E. R. PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: Oficinas Temáticas para Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008.

MELO, E. DE A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193–201, 2008.

MESSIAS, K. L. D. S. Dossiê Antioxidantes. **Food Ingredients Brazil**, v. 6, p. 16–31, 2009.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos Funcionais e Nutraceuticos: Definições, Legislação e Benefícios à Saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiás, v. 3, n. 2, p. 109-122, Novembro 2006. ISSN 1808-0804.

MORAES, R.; GALIAZZI M. do C.; **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí: Editora Ijuí, 2016. 264 p.

MOSS, B.; LOH, V. S.; 35 Estratégias para desenvolver a leitura com textos informativos. Porto Alegre: Penso, 2012. 200 p.

NÉRECI, I. **Introdução à Didática Geral**. 10. ed. Bonsucesso: Fundo de Cultura, 1973.

OCTAVIANO, Carolina. Muito além da tecnologia: os impactos da revolução verde. **Revista Conciência**. Campinas, 07 jul. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2PwGca3>>. Acesso em: novembro de 2018.

OLAGNERO, G.; ABAD, A.; BENDERSKY, S. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. **Diaeta (Buenos Aires)**, v. 25, n. 121, p. 20–33, 2007.

OLIVEIRA, J. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunido elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas. v. 12, n. 1, 2010.

PALERMO, J. R. **Bioquímica da Nutrição**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: Uma Temática geradora de Conhecimento Químico**. 2012 177p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma possibilidade para o Ensino de Química. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 289-296, Outubro 2014.

PIMENTEL, C. D. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos Funcionais**. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

PORKONY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidantes de los Alimentos. Aplicaciones Prácticas**. 1. ed. Zaragoza: Acribia S. A. , 2001.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2009.

SERRA, F.; VIERA, P. S. **Estudos de Casos: Como redigir, como aplicar**. 1. ed. Rio de Janeiro: Lab, 2006.

SILVA D. da **A Química dos chás: Uma Temática para o Ensino de Química Orgânico**. 2011. 99p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

SILVA, D. P. (Org); MARCONDES, M.E.R. (Coord). **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores**. São Paulo: FDE, 2007.

SILVA, L. H. D. A.; ZANON, L. B. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p. 182. 2000.

SOUSA, C. M. D. M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351–355, 2007.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SUART, R. de C. **A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e Caminhos.** In: SANTANA, E.; SILVA, E. Tópicos em Ensino de Química. São Carlos, SP: Editora Pedro e João Editores, 2014.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. Extração e Determinação por CLAE de Bixina e Norbixina em Coloríficos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 310–313, 2001.

UENOJO, M.; MARÓSTICA, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: Propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616–622, 2007.

WIECZOREK, R. R. et al. Demonstrating the Antioxidative Capacity of Substances with *Lightsticks*. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 4, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO GERAL INICIAL DA PESQUISA



Universidade Federal de Santa Maria
 Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
 Pesquisa do Projeto de Mestrado
 Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
 Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



QUESTIONARIO GERAL INICIAL

Caro(a) estudante, o presente questionário é parte de uma pesquisa de mestrado, as informações coletadas serão usadas somente com fins de ensino e desenvolvimento da pesquisa, não se preocupe sua identidade não será divulgada. Pedimos seja o mais sincero possível respondendo. Agradecemos sua colaboração.

SEXO: _____ IDADE: _____

Nº	Perguntas	Sim	Não	Comentário
1	Você gosta das aulas de Química?			
2	Em sua opinião, os conteúdos de Química são de fácil compreensão?			
3	Você gostaria de seguir seus estudos depois de concluído o ensino médio?			
4	Em sala de aula, você tem usado alguma tecnologia de informação ou comunicação (TIC)?			
5	Você já participou de aulas experimentais de Química?			
6	Você consegue relacionar os conteúdos de Química com sua vida cotidiana?			
7	Você acha que existe alguma relação entre Química, Saúde e Alimentação?			

APÊNDICE B – QUIZ SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

QUESTIONÁRIO FUNÇÕES ORGÂNICAS

Alimentos Funcionais

8 questions
Are you ready?

Reconhecer a função identificada na estrutura no Resveratrol presente nas uvas.

59

Resveratrol

0 Answers

- Cetona
- Fenol
- Éter
- Amina

Identifique a função orgânica presente na Bixina.

54

Bixina

0 Answers

- Fenol
- Álcool
- Ácido carboxílico
- Éster

Reconhecer a função orgânica na estrutura do ácido oléico presente no Azeite de Oliva

56

Ácido Oléico

0 Answers

- Amina e Amida
- Éster
- Álcool
- Ácido carboxílico

Identificar a função na estrutura da luteína presente nas frutas amarelas e alaranjadas

54

Luteína

0 Answers

- Fenol
- Álcool
- Enol
- Cetona

A Catequina está presente no Chá Verde, qual a função orgânica assinalada?

57

Catequina

0 Answers

- Éster
- Ácido Carboxílico
- Aldeído
- Éter

Quais as funções orgânicas assinaladas na estrutura da Glutamina?

57

GLUTAMINA

0 Answers

- Ácido Carboxílico e éter
- Éster e álcool
- Amina e Amida
- Cetona e aldeído

A naringenina está presente na laranja, qual a função orgânica assinalada?

58

Naringenina

0 Answers

- Álcool
- Aldeído
- Fenol
- Cetona

Identificar a função orgânica presente no 2-hexenal que contém a maçã verde?

58

2-Hexenal

0 Answers

- Fenol
- Ácido Carboxílico
- Aldeído
- Cetona

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO INICIAL DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA

Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Pesquisa do Projeto de Mestrado
Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



QUESTIONÁRIO INICIAL SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS

Prezado(a) estudante, ao responder as questões, você contribuirá com esta pesquisa. Não se preocupe sua identidade não será divulgada. Desde já agradecemos sua importante contribuição.

1) O que você gosta de comer na hora do lanche e em casa? Descreva.

2) O que você entende por alimento?

3) O que você vê de Química nos Alimentos?

4) Você sabe o que é um alimento funcional?

5) Você acredita que um alimento funcional proporciona um benefício à saúde além das funções nutricionais básicas? Por quê?

6) Você sabe quais benefícios os alimentos funcionais proporcionam?

7) Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem?

APÊNDICE D - INFOGRÁFICO SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS

Alimentos Funcionais

Conceito, classificação, componentes

O quê são?



- Alimentos ou ingredientes que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas.

- Desempenham um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças.

Podem ser:



NATURAL



PROCESSADO

Classificação de acordo à:

1. Fonte:



Origem Animal



Origem Vegetal

2. Benefícios:



Gastrointestinal



Cardiovascular



Metabolismo



Diferenciação celular



Funções fisiológicas



Antioxidantes

Componentes Funcionais:



Carotenóides



Flavonóides



B-Glucana



Ácidos Graxos
Insaturados



Catequinas



Probióticos



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Pesquisa do Projeto de Mestrado
Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



QUESTIONÁRIO SOBRE LEITURA DE EMBALAGENS E INGREDIENTES DOS ALIMENTOS

Prezado(a) estudante, ao responder as questões, você contribuirá com esta pesquisa. Não se preocupe sua identidade não será divulgada. Desde já agradecemos sua importante contribuição.

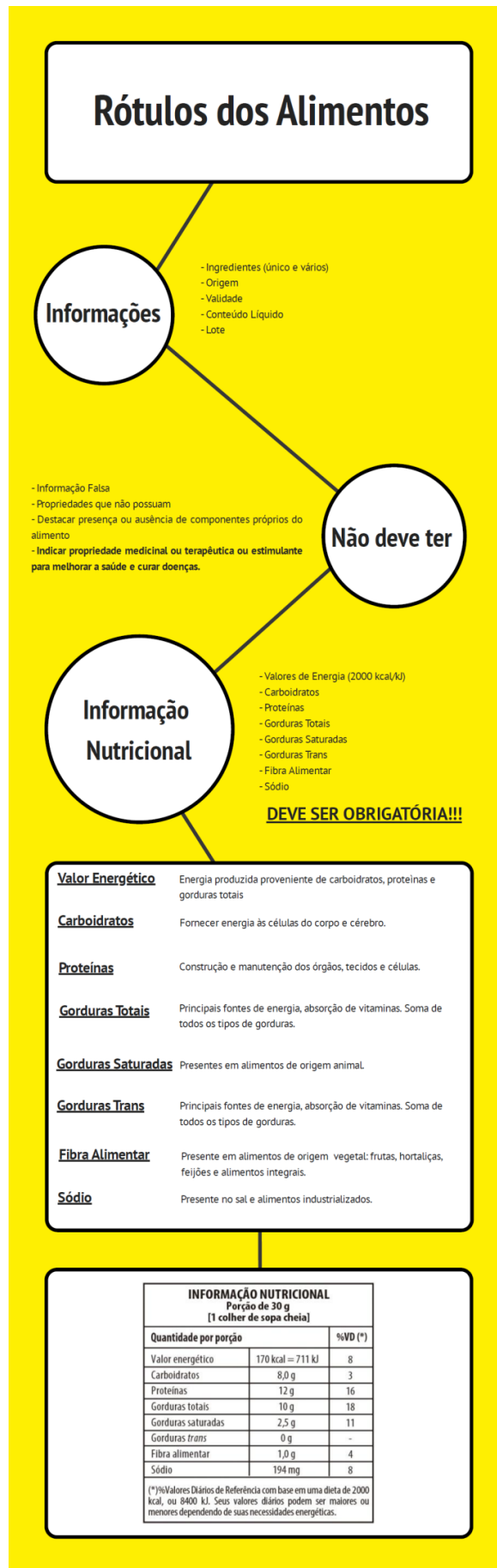
1) Você tem hábito de ler os rótulos e a embalagem de alimentos? Considera importante? Justifique.

2) Você já leu a composição e os ingredientes dos alimentos que consume? Se a resposta for afirmativa, escreva algo que considerou importante.

3) Você conhece a composição básica dos alimentos? Explique.

4) Você sabe qual a diferença entre um alimento funcional e alimentos diet e light?

APÊNDICE F - INFOGRÁFICO SOBRE LEITURA DE RÓTULOS



Light x diet x zero

O endocrinologista Alfredo Halpern explica a diferença entre os tipos de alimento



APÊNDICE H - TABELA PARA COMPARAÇÃO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS, LIGHT E DIET

ALIMENTO	CALORIAS	COMPOSIÇÃO	INGREDIENTES	MENSAGEM DE
----------	----------	------------	--------------	-------------

Nome	TOTAIS (Kcal)	Carboidratos (g)	Gorduras totais (g)	Proteína s (g)	Sal (g)	Açúcar (g)	DIFERENTES	AUXILIO NA SAÚDE

QUESTIONÁRIO FINAL SOBRE LEITURA DE EMBALAGENS E INGREDIENTES DOS ALIMENTOS

Prezado(a) estudante, ao responder as questões, você contribuirá com esta pesquisa. Não se preocupe sua identidade não será divulgada. Desde já agradecemos sua importante contribuição.

- 1) Com base na atividade realizada em sala de aula, sobre leitura e interpretação de rótulos, descreva os aspectos que mais lhe chamaram a atenção.

- 2) Quais critérios você utiliza na escolha dos alimentos que você consome?

- 3) Você conhece a composição básica dos alimentos? Explique.

- 4) Você sabe qual a diferença entre um alimento funcional, diet e light?

- 5) De acordo com as ilustrações abaixo, circule as imagens que apresentam alimentos funcionais. Após, escreva um parágrafo (no verso da folha) justificando sua escolha.



APÊNDICE J - ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA



Universidade Federal de Santa Maria
Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Pesquisa do Projeto de Mestrado
Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



ATIVIDADE EXPERIMENTAL

TEMA: IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS EM SUBSTÂNCIAS COM PROPRIEDADE FUNCIONAL

OBJETIVOS:

- Identificar duplas ligações.
- Identificar aldeídos e cetonas.
- Identificar compostos fenólicos.

MATERIAIS E REAGENTES:

- Tubos de ensaio.
- Vidro de relógio
- Suporte para tubos.
- Pipetas pasteur.
- Solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina.
- Tintura de iodo ou lugol
- Cloreto férrico 3%
- Cloreto férrico 5%
- Ferrocianeto de potássio
- Componentes funcionais (chá de cidreira, chá verde, azeite de oliva, suco de caju).

PROCEDIMENTO:

1. Identificação de duplas ligações em azeite de oliva:
 - Numerar 3 tubos de ensaio.
 - No tubo 1, colocar 2mL de azeite mineral.
 - No tubo 2, colocar 2mL de azeite de oliva
 - No tubo 3, colocar 2mL de azeite de canola.
 - Adicionar a cada tubo 2 gotas de lugol.
 - Observar e comparar a coloração nos 3 tubos.
2. Identificação de aldeídos/cetonas e compostos fenólicos em chás:
 - Numerar 2 tubos de ensaio.
 - No tubo 1, colocar 2mL chá de cidreira e adicionar 2 gotas de 2,4-dinitrofenilhidrazina. Observar e anotar a mudança de cor.
 - No tubo 2, colocar 2mL chá verde e adicionar 2 gotas de cloreto férrico (3%). Observar e anotar a mudança de cor.
3. Identificação de polifenóis em suco de caju:
 - Numerar 2 tubos de ensaio.
 - No tubo 1, colocar 2mL de suco de caju e adicionar 2 gotas de cloreto férrico (5%). Observar e anotar a mudança de cor.
 - No tubo 2, colocar 2mL de suco de caju e adicionar 2 gotas de cloreto férrico (3%), após adicionar 2 gotas de ferrocianeto de potássio. Observar e anotar a mudança de cor.

RESULTADOS:

1. Identificação de duplas ligações em azeite de oliva:

Tubo(1): _____

Tubo(2): _____

Tubo(3): _____

2. Identificação de aldeídos/cetonas e compostos fenólicos em chás:

Tubo(1): _____

Tubo(2): _____

3. Identificação de polifenóis em suco de caju:

Tubo(1): _____

Tubo(2): _____

Explique de acordo com os três experimentos, por que ocorreu a mudança de coloração.

Experimento 1: _____

Experimento 2: _____

Experimento 3: _____

APÊNDICE K - QUESTIONÁRIO FINA DA PRIMEIRA OFICINA TEMÁTICA



QUESTIONÁRIO FINAL SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS

Prezado(a) estudante, ao responder as questões, você contribuirá com esta pesquisa. Não se preocupe sua identidade não será divulgada. Desde já agradecemos sua importante contribuição.

1) O que é um alimento funcional? Explique com suas próprias palavras.

2) Você conseguiu perceber a relação dos alimentos funcionais e a química? Explique como.

3) Você acredita que os alimentos funcionais podem proporcionar benefícios à saúde? Explique.

4) Você sabe quais tipos de alimentos funcionais existem?

5) Cite vários exemplos de componentes funcionais nos alimentos?

ANTIOXIDANTES E RADICAIS LIVRES

8 questions
Are you ready?

Quais fatores podem gerar excesso de radicais livres?

57

0 Answers

▲ Exposição a Luz UV

◆ Consumo de frutas e verduras

● Consumo de Água

■ Poluição

Um radical livre é uma molécula muito.....

54

0 Answers

▲ Estável

◆ Reativa

Os antioxidantes podem ser:

48

0 Answers

▲ Enzimáticos

◆ Radicais Livres

● Gases

■ Não enzimáticos

O que é um radical livre?

37

0 Answers

▲ Espécies com elétrons não pareados

◆ Espécie que inibe a oxidação

● Espécie que ganhou um elétron

Um radical livre é uma espécie muito.....

54

0 Answers

▲ Instável

◆ Estável

O que é um antioxidante?

50

0 Answers

▲ Substância que inibe ou retarda a oxidação

◆ Molécula que cataliza uma reação

● Substância que aumenta a oxidação

Onde podemos encontrar os antioxidantes?

58

0 Answers

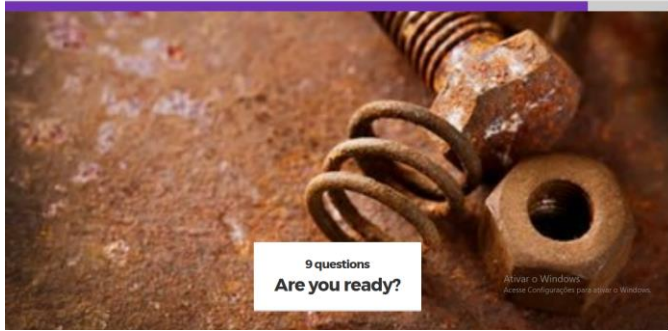
▲ Poluição

◆ Alimentos

● Organismo

■ Água

OXIDAÇÃO-REDUÇÃO



Em qual processo acontece perda de elétrons?

O que acontece em uma reação de oxirredução?

34



Tranferência de prótons

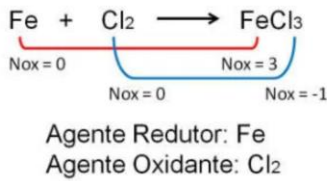
Tranferência de nêutrons

Tranferência de elétrons

Tranferência de prótons e elétrons

Em qual processo acontece ganho de elétrons?

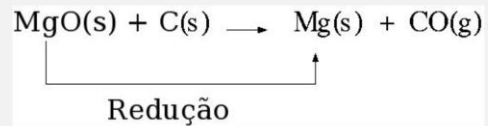
55



REDUÇÃO

OXIDAÇÃO

59

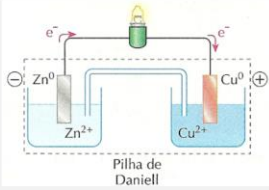


Redução

Oxidação

Nas reações de oxirredução, quem sofre redução?

53



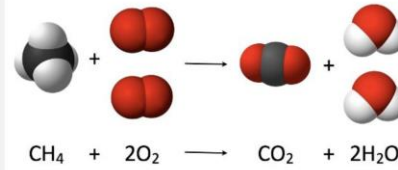
O agente REDUTOR

O agente OXIDANTE

O produto

O catalisador

57



O agente REDUTOR

O agente OXIDANTE

O catalisador

O produto

Quando existe oxidação, o Nox.....

57



Aumenta

Diminui

59

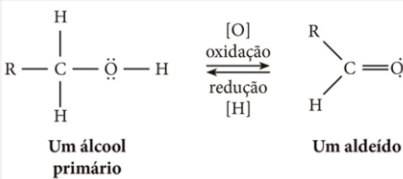


Diminui

Aumenta

Uma molécula orgânica está oxidada quando?

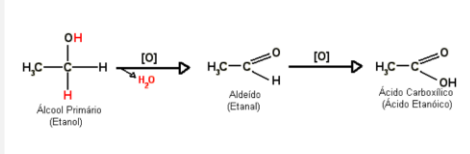
55



Aumenta o nível de oxidação da molécula (mais oxigénios)

Diminui o nível de oxidação da molécula (mais hidrogénios)

58



Diminui o nível de oxidação (mais hidrogénios)

Aumenta o nível de oxidação (mais oxigénios)

APÊNDICE N - TEXTO PARA LEITURA "OS VELHOS DE CHERNOBYL"



Universidade Federal de Santa Maria
 Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
 Pesquisa do Projeto de Mestrado
 Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
 Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



LEITURA

OS VELHOS DE CHERNOBYL



Às 9h30min da manhã do dia 27 de abril de 1986, os monitores de radiação da Central Nuclear de Forsmark, na Suécia, detectaram algo bastante preocupante: níveis anormais de iodo e cobalto, indicando vazamento de radiação. Aos poucos, descobriu-se que o problema não estava na Suécia. Vinha de longe, da República da Ucrânia, então uma parte integrante da ex União Soviética. Mas foi somente no dia 28 que o governo ucraniano admitiu: dois dias antes que havia ocorrido uma explosão na Central Nuclear de Chernobyl. Toda a cidade teve que ser abandonada. Hoje, uma área equivalente a um Portugal e meio (140 mil km²) está deserta.

Não demorou para que muita gente visse na catástrofe de proporções tão gigantescas o cumprimento de uma profecia apocalíptica. Chernobyl, em russo, significa absinto ou losna,

planta de gosto amargo. E o livro de Apocalipse 8.11 fala de uma estrela chamada absinto que "cai sobre um terço dos rios e sobre as fontes de água e muitos dos homens morreram por causa das águas, porque foram feitas amargas".

Mas ainda não era o fim do mundo, e os cientistas tiveram vários anos para acompanhar os efeitos da radiação sobre a população de Chernobyl. Recentemente, um estudo realizado por pesquisadores russos revelou que cerca de 80% das pessoas que trabalhavam na usina têm, hoje, idade biológica superior aos habitantes de Kiev, que não foram expostos à radiação. Qual a explicação para o fato? Provavelmente o envelhecimento acelerado dos trabalhadores é provocado pelos *radicais livres* gerados pela radiação, comprovando teorias que já haviam sido apresentadas em 1954 pelo norte-americano Denham Harman. E da mesma forma que os radicais livres estão vinculados ao envelhecimento celular, eles também teriam papel fundamental no desenvolvimento de doenças como arteriosclerose, câncer, hipertensão, catarata, diabete, etc.

E se você pensa que está a salvo porque nunca morou em Chernobyl, vale lembrar que não é apenas a radiação que aumenta a formação dos radicais livres. Efeitos semelhantes-embora, talvez, com diferentes intensidades-podem ter o *stress, a poluição e a má alimentação*, apenas para citar algumas das condições que afetam quase toda a população do planeta.

Adaptado de: (AUGUSTO, 2006)



Universidade Federal de Santa Maria
 Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
 Pesquisa do Projeto de Mestrado
 Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
 Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



LEITURA

O ELIXIR DA JUVENTUDE



O aventureiro espanhol Juan Ponce de León, amigo de Cristóvão Colombo, ouviu de um índio uma história que o deixou fascinado: em algum lugar daquele novo mundo havia uma fonte da juventude. Quem bebesse de suas águas milagrosas jamais envelheceria. Conta-se que o desbravador, orientado pelas indicações do índio, saiu atrás da tal fonte pela atual costa da Flórida. Procurou-a por anos a fio. E morreu com 61 anos-um forte indício de que nunca a encontrou... Se tivesse se lembrado das tentativas frustradas dos alquimistas da Idade Média, talvez o espanhol não tivesse se empenhado em uma aventura tão infrutífera. Será mesmo? Afinal, a promessa da eterna juventude mantém-se tão tentadora que até os dias de hoje é capaz de cativar o ser humano mais cético. Hoje, o elixir dos alquimistas apresenta-se nas formas mais variadas: vitaminas, suplementos alimentares, cremes,

loções. Observe, por exemplo, os anúncios de cremes contra rugas. Repare quantos destes cosméticos garantem ter “efeito antioxidante” ou combater “os efeitos dos radicais livres”.

Existe, porém, um grupo de pessoas que não se deixa seduzir por promessas de solução fácil. São os cientistas. Como qualquer ser humano, eles também gostariam de ter músculos definidos ou uma pele lisinha aos 70 anos de idade-e, acima de tudo isso, saúde e produtividade preservadas por longos anos. Contudo, mantêm um ceticismo saudável que leva à busca de um conhecimento bem fundamentado. E, graças a muitos anos de estudos e pesquisas experimentais, estão fazendo descobertas instigantes, como a de que Ponce de León, talvez tivesse razão em uma coisa: **o combate aos radicais livres poder estar naquilo que ingerimos**. Não na água, mas nos alimentos que comemos e, especialmente, nos que deixamos de comer.

Várias pesquisas têm demonstrado que uma dieta pobre em calorias é capaz de aumentar a longevidade de várias espécies animais, embora ainda haja controvérsias em relação ao efeito gerado em seres humanos.

O mais importante, porém, não são as metas atingidas por esses estudos. Ainda não encontraram o endereço da “fonte da juventude”, assim como não há “verdades inquestionáveis” na ciência. O que importa são os caminhos traçados que levam a um melhor conhecimento dos processos fisiológicos e dos fenômenos naturais. **E trilhar esses caminhos repletos de questionamento e curiosidade pode ter um incrível efeito rejuvenecedor sobre a mente humana**. Quem não perde a capacidade de se encantar diante do novo nunca envelhece de fato.

Adaptado de: (AUGUSTO, 2006)

ANÁLISE DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM SUBSTÂNCIAS BIOTIVAS

A seguir encontra-se o e-mail que a Leonora enviou ao Laboratório de Análises Químicas CILON ROSA.

Santa Maria, 30 de novembro de 2018

Ao Laboratório de Análises Químicas Cilon Rosa.

Bom dia!

Estou entrando em contato com vocês, por recomendação do meu professor de Química, porque preciso realizar umas análises.

Meu nome é Leonora, sou estudante de uma escola estadual em Júlio de Castilhos e represento meus colegas estudantes da terceira série. Na disciplina de Química, estamos estudando os alimentos funcionais e suas propriedades antioxidantes. Assim, como projeto final para apresentar na Jornada Acadêmica Integral (Jovem) na UFSM e pretendemos desenvolver uma bebida com propriedades antioxidantes.

Diante disso, gostaria de solicitar a realização da análise da capacidade antioxidante das substâncias para poder produzir nossa bebida. Dessa forma, enviarei 3 amostras para serem analisadas. Precisamos saber, em ordem decrescente, a capacidade antioxidante das amostras. Gostaria também saber quais substâncias elas contêm, além da sua recomendação das possíveis fontes alimentares e benefícios destas.

Desde já agradeço,

Atenciosamente,

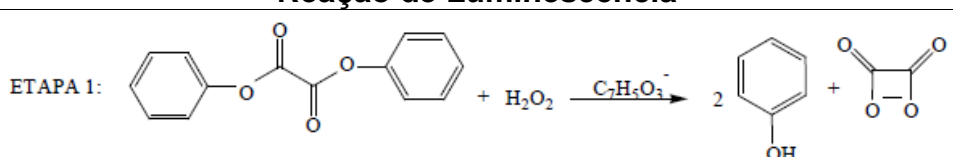
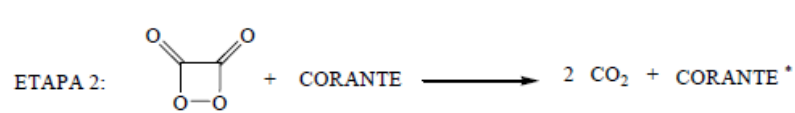
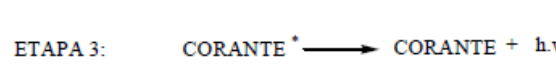
Leonora

Resolução do estudo de caso

Suponham que vocês são técnicos do Laboratório de Análises Químicas Cilon Rosa. Com base nas análises realizadas, responda o e-mail à Leonora, explicando o resultado das análises em ordem decrescente de capacidade antioxidante. Baseando-se nas informações proporcionadas, explique quais as possíveis fontes e os principais benefícios de cada substância.

APÊNDICE Q - ESTUDO DIRIGIDO

DEMONSTRAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Materiais	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensaio • Suporte para tubos • Vidros de relógio • Pipetas Pasteur • Espátulas • Gral e pistilo 	Cloreto de sódio (NaCl) Solução 1: éster difenil oxalato Solução 2: peróxido de hidrogênio e corante Amostra 1: chá verde Amostra 2: chá de mirtilo, framboesa e groselha Amostra 3: vitamina C comprimido
Procedimento	
<p>Controle:</p> <ol style="list-style-type: none"> Em um tubo de ensaio, adicionar 2 mL da solução 1 (difênil oxalato) e com ajuda da espátula, adicionar duas vezes cloreto de sódio (NaCl). <p>Amostras:</p> <ol style="list-style-type: none"> Numerar 3 tubos de ensaio e adicionar, em todos, 2 mL da solução 1 (difênil oxalato). No tubo 1, com ajuda da espátula, adicionar duas pontas a amostra 1 e agitar. No tubo 2, com ajuda da espátula, adicionar duas pontas a amostra 2 e agitar. No tubo 3, com ajuda da espátula, adicionar duas pontas a amostra 3 e agitar. <p>Análise da capacidade antioxidante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Adicionar a cada tubo (amostras e controle), simultaneamente, 2 mL da solução 2 (peróxido de hidrogênio + corante) e agitar. Esperar 3 min. e comparar a emissão de luz nas amostras. 	
Reação de Luminescência	
<p>ETAPA 1: </p> <p>ETAPA 2: </p> <p>ETAPA 3: </p>	

- Em uma escala desde 1 até 4 que indica a intensidade de luz, sendo 1 muito baixa e 4 muito alta, preencha a seguinte tabela:

Intensidade de luz	Muito baixa	Baixa	Alta	Muito alta
Escala	1	2	3	4
<i>Controle</i>				
<i>Amostra 1: chá verde</i>				
<i>Amostra 2: chá de framboesa, groselha e mirtilo</i>				
<i>Amostra 3: Vitamina C comprimido</i>				

APÊNDICE R - SUBSÍDIOS PARA RESOLUÇÃO DO CASO

Adaptado da página web: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/220_alimentos_funcionais.html

	BENEFÍCIO	FONTE
CAROTENOIDES	Reduz níveis de colesterol e risco de certos tipos de câncer, protegem contra a degeneração macular e podem agir como antioxidantes.	Tomate, derivados goiaba vermelha, pimentão vermelho, melancia, folhas verdes, milho, mamão.
FLAVONOIDES	Tem atividade antioxidante, vasodilatadora, anti-inflamatória.	Soja, frutas cítricas, tomate, pimentão, alcachofra, cereja, groselha negra.
TANINOS	Atividade antioxidante, anti-séptico, vaso-constritor	Uva, caju, maçã, manjeriço, manjerona, sálvia, groselha negra.
CATEQUINAS	Reduzem a incidência de certos tipos de câncer, estimulam o sistema imunológico e ajudam na redução de colesterol.	Cerejas, chá verde, amoras, framboesas, mirtilo, uva roxa, vinho tinto.
VITAMINA C	Tem capacidade antioxidante, auxiliam na melhora do sistema imunológico	Frutas cítricas: laranja, limão, abacaxi, acerola, tangerina.
FIBRAS	Reduz risco de câncer de cólon, melhora a função intestinal.	Cereais integrais: aveia, centeio, cevada, farelo de trigo. Leguminosas: soja ervilha, feijão. Hortaliças: frutas com casa e talos.
PROBIÓTICOS	Favorecer as funções gastrointestinais, reduzindo o risco de constipação e câncer de cólon.	Leites fermentados, logurtes e outros produtos lácteos.



Universidade Federal de Santa Maria
 Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
 Pesquisa do Projeto de Mestrado
 Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
 Pesquisador: Gustavo Jose Sandoval Canas



QUESTIONÁRIO GERAL FINAL

Caro(a) estudante, o presente questionário é parte de uma pesquisa de mestrado, as informações coletadas serão usadas somente com fins de ensino e desenvolvimento da pesquisa, não se preocupe sua identidade não será divulgada. Pedimos seja o mais sincero possível respondendo. Agradecemos sua colaboração.

NOME: _____

TURMA: _____

N°	Perguntas	Respostas
1	Gostou das aulas de química? Explique	
2	Em sua opinião, o que achou da temática “Alimentos Funcionais e seu Potencial Antioxidante” que foram utilizadas para estudar química? Explique	
3	O que você achou do aplicativo <i>Kahoot</i> , considera que o ajudou na sua aprendizagem? Explique	
4	O que você achou dos experimentos realizados no laboratório de Química? Explique	
5	Você conseguiu relacionar os conteúdos de Química com a temática e a vida cotidiana?	
6	Segundo os temas estudados em sala de aula, você acredita que existe relação entre Química, Saúde e Alimentação? Explique com um exemplo.	
7	Você teve alguma dificuldade para entender ao professor em sala de aula? Explique e faça uma recomendação.	

APÊNDICE T - CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS ANALISADOS

CÓDIGO	TÍTULO	ABORDAGEM	PUBLICO ALVO	TEMA	CONTEÚDO DE QUÍMICA	ANO
1JCE	BEAVER, B. D. <i>Motivating Students in Sophomore Organic Chemistry by Examining Nature's Way- Why Are Vitamins E and C Such Good Antioxidants?</i> Journal of Chemical Education , v. 76, n. 8, p. 1108, 1999.	Teórica	Graduação	Vitaminas	Reações químicas e mecanismos	2000
2JCE	SADY, M. B. <i>I Screen , You Screen , We All Screen for Phenolics.</i> Journal of Chemical Education , v. 82, n. 12, 2005.	Experimental	Ensino médio	Uva	Colorimetria	2005
3JCE	HOCH, M. A. et al. <i>Assessment of Antioxidant Capacities in Foods: A Research Experience for General Chemistry Students.</i> Journal of Chemical Education , v. 86, n. 5, p. 595–597, 2009.	Experimental	Graduação	Antioxidantes nos Alimentos	Colorimetria	2009
4JCE	SHAVER, L. A. et al. <i>Two Methods of Determining Total Phenolic Content of Foods and Juices in a General, Organic, and Biological (GOB) Chemistry Lab.</i> Journal of Chemical Education , v. 88, n. 4, p. 2–5, 2011.	Experimental	Graduação	Alimentos e bebidas	Colorimetria	2011
5JCE	WIECZOREK, R. R. et al. <i>Demonstrating the Antioxidative Capacity of Substances with Lightsticks.</i> Journal of Chemical Education , v. 88, n. 4, 2011.	Experimental	Ensino médio	Capacidade Antioxidante	Reações Oxirredução	2011
6JCE	GARRIDO, J.; GARRIDO, E. M.; BORGES, F. <i>Studies on the food additive propyl gallate: Synthesis, structural characterization, and</i>	Experimental	Graduação	Aditivos Alimentares	Síntese Orgânica	2012

	<i>evaluation of the antioxidant activity. Journal of Chemical Education</i> , v. 89, n. 1, p. 130–133, 2012.					
7JCE	PANZARASA, G.; SPARNACCI, K. <i>Glowing teacup demonstration: Trautz-schorigin reaction of natural polyphenols. Journal of Chemical Education</i> , v. 89, n. 10, p. 1297–1300, 2012.	Experimental	Graduação	Quimioluminiscência	Reação de Trautz-Schorigin	2012
8JCE	SARKAR, S. CHATTERJEE, N.; MEDINA, N.; STARK R. U. <i>Touring the tomato: A suite of chemistry laboratory experiments. Journal of Chemical Education</i> , v. 90, n. 3, p. 368–371, 2013.	Experimental	Ensino médio	Tomate	Bio-polímeros	2013
9JCE	BLATCHLY, R. A.; DENLE, Z.; O' HARA, P. <i>Making Sense of Olive Oil: Simple Experiments To Connect Sensory Observations with the Underlying Chemistry. Journal of Chemical Education</i> , v. 91, n. 10, p. 1623–1630, 2014.	Teórico-experimental	Ensino médio, graduação, outros.	Azeite de Oliva	Vários	2014
10JCE	SHARPE, E.; ANDREESCU, S. <i>Integration of nanoparticle-based paper sensors into the classroom: An example of application for rapid colorimetric analysis of antioxidants. Journal of Chemical Education</i> , v. 92, n. 5, p. 886–891, 2015.	Experimental	Graduação	Nano-partículas	Colorimetria	2015
11JCE	GALLOWAY, K. R.; BRETZ, S. L.; NOVAK, M. <i>Paper Chromatography and UV – Vis Spectroscopy To Characterize Anthocyanins and Investigate Antioxidant Properties in the Organic Teaching Laboratory.</i>	Experimental	Graduação	Frutas	Colorimetria	2015

	Journal of Chemical Education , v. 92, n. 1, p. 180–188, 2015.					
12JCE	MANN, F. M. <i>Identification and analysis of bioactive components of fruit and vegetable products. Journal of Chemical Education</i> , v. 92, n. 5, p. 892–895, 2015.	Experimental	Graduação	Frutas e vegetais	Colorimetria	2015
13JCE	BARCENA, H.; CHEN, P. <i>An Anesthetic Drug Demonstration and an Introductory Antioxidant Activity Experiment with “Isomer, the Sleepy Fish”.</i> Journal of Chemical Education , v. 93, n. 1, p. 202–205, 2016.	Experimental	Graduação	Óleos essenciais	Colorimetria	2016
14JCE	SOARES, C. et al. <i>Investigating the Antioxidant Capacity of Fruits and Fruit Byproducts through an Introductory Food Chemistry Experiment for High School.</i> Journal of Chemical Education , v. 94, n. 9, p. 1291–1295, 2017.	Experimental	Ensino médio, Graduação	Frutas e subprodutos de frutas	Calorimetria	2017
1QNEsc	FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. Química Nova na Escola , v. 17, p. 3–7, 2003.	Teórica	Profissionais de licenciatura em Química	Vitaminas	Química orgânica e isomeria.	2003
2QNEsc	DA SILVA, R. M. G.; FURTADO, S. T. DE F. <i>Diet e Light: Qual a Diferença?</i> Química Nova na Escola , v. 21, 2005.	Teórica	3º Ensino médio	Alimentos	Bioquímica	2005
3QNEsc	SILVA, L. B. DA et al. <i>Produtos Naturais no Ensino de Química: Experimentação para o Isolamento dos Pigmentos de Extrato de</i>	Experimental	3º Ensino médio	Produtos Naturais	Extração e Cromatografia	2006

	Páprica. Química Nova na Escola , v. 23, p. 1–2, 2006.					
4QNEsc	RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por isomeria em papel. Química Nova na Escola , v. 29, p. 34–37, 2008.	Experimental	Ensino Médio	Corantes naturais	Extração e Cromatografia.	2008
5QNEsc	NEVES, A. P. Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. Química Nova na Escola , v. 31, n. 1, p. 34–39, 2009.	Teórica	2º Ensino Médio	Rotulagem de Alimentos	Funções Orgânicas	2009
6QNEsc	ALBUQUERQUE, M. V. et al. Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. Sociedade Brasileira de Química , v. 34, n. 02, p. 51–57, 2012.	Teórica	1º 2º e 3º Ensino médio.	Aditivos Alimentares	Funções orgânicas, isomeria, Bioquímica e nutrição	2012
7QNEsc	FONSECA, C. V.; LOGUERCIO, R. DE Q. Conexões entre Química e Nutrição no Ensino Médio: Reflexões pelo Enfoque das Representações Sociais dos Estudantes. Química Nova na Escola , v. 35, n. 2, p. 132–140, 2013.	Teórica	2º de Ensino médio	Alimentos	Bioquímica	2013
8QNEsc	LUTFI, M.; ROQUE, N. F. Histórias de Eugênicas. Química Nova na Escola , v. 36, n. 4, p. 252–260, 2014.	Teórica	Graduação e profissionais	Cravo-da-índia.	Composição Química	2014
9QNEsc (LAEQUI)	BRAIBANTE, M. E. F. et al. A Química dos Chás. Química Nova na Escola , v. 36, n. 3, p. 168–175, 2014.	Teórica	3º Ensino médio	Chás	Funções Orgânicas	2014
10QNEsc (LAEQUI)	PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma	Teórico-experimental	3º Ensino médio	Alimentos	Funções Orgânicas	2014

	Possibilidade para o Ensino de Química. Química Nova na Escola , v. 36, n. 4, p. 289–296, 2014.					
11QNEsc	JÚNIOR, A. I. D.; SILVA, J. R. R. T. DA. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. Química Nova na Escola , v. 38, p. 60–69, 2016.	Teórica	1º 2º e 3º Ensino médio	Radicais Livres	Isômeros, funções orgânicas	2016
12QNEsc	LOYOLA, C. O. DE B.; SILVA, F. C. Plantas Mediciniais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. Química Nova na Escola , v. 39, n. 1, p. 59–67, 2017.	Teórico-experimental	3º Ensino médio	Plantas medicinais	Funções orgânicas	2016
13QNEsc	FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Química Nova na Escola , v. 39, n. 2, p. 120–130, 2017.	Teórica	Ensino médio	Aromas e compostos naturais	Funções orgânicas, isomeria	2017
14QNEsc	ERIVALDO, F.; RIBEIRO V. G. P.; GRAMOSA N. V.; MAZZETTO S. E. Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos. Química Nova na Escola , v. 329, n. 4, p. 329–338, 2017.	Teórico-experimental	3º Ensino médio.	Chás	Nomenclatura	2017