

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

Ângela Renata Kraisig

**A TEMÁTICA “CORES” NO ENSINO DE QUÍMICA**

Santa Maria, RS  
2016



**Ângela Renata Kraisig**

**A TEMÁTICA “CORES” NO ENSINO DE QUÍMICA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS  
2016

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

KRAISIG, ÂNGELA RENATA  
A TEMÁTICA "CORES" NO ENSINO DE QUÍMICA / ÂNGELA RENATA  
KRAISIG.-2016.  
204 p.; 30cm

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

1. ENSINO DE QUÍMICA 2. TEMÁTICAS 3. CORES 4. OFICINA  
TEMÁTICA I. FORTES BRAIBANTE, MARA ELISA II. Título.

**Ângela Renata Kraisig**

**A TEMÁTICA “CORES” NO ENSINO DE QUÍMICA**

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

**Aprovado em 07 de janeiro de 2016:**



---

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



---

**Roseli Adriana Blumke Feistel, Dra. (UFMT)**



---

**Martha Bohrer Adaime, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2016



## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço primeiramente a Deus por me amparar em todos os momentos, principalmente nos de dificuldades e por me dar forças para nunca desistir dos meus ideais.*

*Gostaria de agradecer minha família, pai Auri, mãe Rosane, irmã Adriana e avós Anildo e Olívia, pelo incentivo, carinho, preocupação, sendo que nunca mediram esforços para me auxiliar nesta caminhada, principalmente nos momentos mais difíceis. Agradeço vocês pelo apoio, sou eternamente grata por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim. Amo vocês.*

*Ao André, gostaria de agradecer, por estar ao meu lado, me tranquilizando, aconselhando, tolerando meus defeitos, humores... Você é uma pessoa muito especial na minha vida, tenho um carinho enorme por ti.*

*Sou grata à professora Dr<sup>a</sup> Mara Elisa Fortes Braibante, pela oportunidade de ser sua orientanda no mestrado. Agradeço por suas contribuições para o desenvolvimento e aplicação desta pesquisa... Juntamente gostaria de agradecer ao professor Hugo Tubal Schimitz Braibante pelas conversas e auxílio teórico durante minha pesquisa. Obrigada pela amizade, tenho grande admiração por vocês.*

*As minhas colegas do LAEQUI que ingressaram juntamente comigo no mestrado, Sabrina e Greyce, obrigada pela amizade, parceria, risadas e discussões na salinha...na casa da Greyce. Obrigada pelo carinho, amizade e atenção de vocês.*

*Aos demais colegas do grupo LAEQUI, Maurícus, Ana Carolina, Thaís, Arlete, Valesca e Alejandra agradeço pela amizade construída e também pelas trocas de conhecimento. Vocês são muito especiais, levarei vocês sempre no meu coração.*

*Aos meus amigos, que sempre estiveram do meu lado incentivando para a realização dos meus sonhos e também aguentando meus momentos de desespero. Agradeço por essa amizade verdadeira.*

*A direção, os funcionários, em especial a professora Arlete da disciplina de Química da Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi, agradeço pela ótima recepção e também por terem aceitado o desenvolvimento do projeto de pesquisa.*

*O meu muito obrigada aos professores Martha Bohrer Adaime, Roseli Adriana Blumke Feistel e Inés Prieto Schmidt Sauerwein, que aceitaram a compor a banca avaliadora e disponibilizaram parte do seu tempo para ler o meu trabalho.*

*Aos professores do PPGECQVS, quero agradecer pelos ensinamentos que vocês proporcionaram durante esses dois anos. Aprendi muito com vocês.*

*Obrigada a UFSM pelo acolhimento durante esses anos e a FAPERGS pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento dessa pesquisa.*



*Sem sonhos, as perdas se tornam insuportáveis,  
as pedras do caminho se tornam montanhas,  
os fracassos se transformam em golpes fatais.  
Mas, se você tiver grandes sonhos...  
seus erros produzirão conhecimento,  
seus desafios produzirão oportunidades,  
seus medos produzirão coragem.  
Por isso, meu ardente desejo é que você  
NUNCA DESISTA DOS SEUS SONHOS.*

*- Augusto Cury*



*No princípio, existia a sagrada escuridão,  
De onde surgiu a luz,  
A luz e a escuridão dançaram a dança da criação,  
E surgiram as cores do espectro.*

*-Theo Gimbel*



## RESUMO

### A TEMÁTICA “CORES” NO ENSINO DE QUÍMICA

AUTORA: ÂNGELA RENATA KRAISIG  
ORIENTADORA: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE.

Nesta pesquisa, utilizamos como foco de estudo a temática “Cores”. O estudo foi desenvolvido em duas etapas, os sujeitos envolvidos na primeira etapa são acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) do Campus de Dom Pedrito/RS e na segunda etapa são estudantes da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Básico Augusto Ruschi localizada em Santa Maria/RS. A primeira etapa teve como objetivo investigar as concepções dos acadêmicos sobre a temática pela aplicação de um questionário investigativo composto por algumas afirmativas, questões objetivas e descritivas. Nesta etapa, buscamos investigar a visão dos futuros professores, relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem, utilização de temáticas, atividades experimentais e outros, bem como averiguar os conhecimentos científicos dos mesmos relacionados à temática “Cores”. Os resultados obtidos indicaram que o uso de temáticas no ensino é uma boa estratégia e que a temática “Cores” é uma proposta interessante para ser utilizada no ensino. Ainda, percebemos que os acadêmicos apresentaram dificuldades e confusões com relação aos conhecimentos científicos relacionados à temática. Desta forma, as dificuldades observadas na primeira etapa desta pesquisa auxiliaram na elaboração da segunda. A segunda etapa da pesquisa teve como finalidade investigar as contribuições da temática “Cores” na aprendizagem de conhecimentos relacionados à Ciência, com ênfase nos conhecimentos de Química, por meio de oficinas temáticas aliadas a diferentes estratégias de ensino como: atividades experimentais e estudo de casos. Os instrumentos utilizados para coleta de dados, questionários pré e pós, atividades descritivas e ilustrativas, estudo de casos e mapas mentais, foram analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva, permitindo, detectarmos os avanços na aprendizagem dos estudantes por meio da abordagem temática proposta. Com relação aos resultados, concluímos que o ensino da Ciência foi favorecido com a utilização da temática “Cores”, pois permitiu com que os estudantes participassem de forma ativa na construção do próprio conhecimento, bem como possibilitou uma maior relação dos conteúdos científicos com o cotidiano dos mesmos.

**Palavras-chave:** Temática “Cores”. Ensino de Química. Oficinas temáticas.



## ABSTRACT

### THE THEMATIC “COLORS” IN CHEMISTRY TEACHING

AUTHOR: ÂNGELA RENATA KRAISIG.  
ADVISOR: MARA ELISA FORTES BRAIBANTE.

In this research, we use as study focus the thematic "Colors". The study was developed in two stages, the subjects involved in the first stage are undergraduate students in Natural Sciences of Federal University of Pampa (UNIPAMPA) Campus of Dom Pedrito / RS and in the second stage are the third year high school students in Augusto Ruschi School of basic education localized in Santa Maria / RS. The first stage had as goal to investigate the conceptions of undergraduate students about the thematic “Colors” by application of an investigative questionnaire with some affirmative, objective and descriptive questions. At this stage, we seek to investigate the conceptions of future teachers, related to teaching and learning processes, the use of thematic, experiential activities and others, as well as to verify the scientific knowledge of them related to the thematic "Colors". The results indicated that the use of thematic in teaching is a good strategy and that the thematic "Colors" is an interesting proposal for use in teaching. Still, we realized the undergraduate students presented difficulties and confusion relation to scientific knowledge related to the thematic. Thus, the difficulties observed in the first stage of this research helped in the preparation of the second. The second stage of the research had goal to investigate the contributions the thematic "Colors" on learning of knowledge related to Science, with emphasis on knowledge of Chemistry through thematic workshops associated with different teaching strategies as: experimental activities and case studies. The instruments used for data collection, pre and post questionnaires, descriptive and illustrative activities, case studies and mind maps were analyzed according to the Discursive Textual Analysis, allowing to detect advances in students' learning through proposed thematic approach. Regarding the results, we concluded that the teaching of science was favored using the thematic "Colors" because it allowed that students participated actively in the construction of their own knowledge, and enabled a higher relation of scientific contents with the daily life of students.

**Keywords:** Thematic "Colors". Teaching of Chemistry. Thematic workshops.





## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Decomposição da luz branca por um prisma .....	33
Figura 2 - Experiência realizada por Leonardo da Vinci .....	34
Figura 3 - Experiência realizada por Newton.....	35
Figura 4 - Efeitos da luz que provocam a sensação da cor.....	36
Figura 5 - Onda eletromagnética.....	37
Figura 6 - Onda simples e comprimento de onda.....	38
Figura 7 - Espectro eletromagnético .....	39
Figura 8 - Ligação entre o 11-cis retinal com a proteína opsina gerando a rodopsina .....	41
Figura 9 - Resíduo 11-cis retinal ligado na proteína na forma cis, seguido da isomerização para a forma trans após absorção de luz visível .....	42
Figura 10 - Disco de cores .....	43
Figura 11 - Representação do $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ e $\text{Sc}^{3+}$ , suas configurações eletrônicas e a distribuição dos elétrons d .....	44
Figura 12 - Diagrama de níveis de energia dos orbitais moleculares.....	46
Figura 13 - Representação do núcleo porfina .....	48
Figura 14 - Representação da metaloporfirina .....	48
Figura 15 - Estrutura da clorofila .....	49
Figura 16 - Estrutura do Isopreno.....	50
Figura 17 - Estruturas químicas do $\beta$ -caroteno (a) e do $\alpha$ - caroteno (b) .....	51
Figura 18 - Estrutura química da antocianidina .....	52
Figura 19 - Estrutura química do núcleo flavilium.....	53
Figura 20 - Estrutura química da betanina .....	54
Figura 21 - Estrutura química do corante azul de Indigotina .....	57
Figura 22 - Estrutura química do corante Eritrosina .....	58
Figura 23 - Abordagem temática .....	61
Figura 24 - Princípios das oficinas temáticas .....	66
Figura 25 - Etapas para a elaboração de uma oficina temática .....	68
Figura 26 - Etapas da pesquisa.....	74
Figura 27 - Material de apoio disponibilizado para os estudantes.....	80
Figura 28 - Slide apresentado na problematização inicial .....	82
Figura 29 - Prisma de vidro óptico e espectroscópio caseiro .....	82

Figura 30 - Formato do CD para ser fixado na fenda .....	83
Figura 31 - Disco de cores elaborado pelos estudantes .....	84
Figura 32 - Instrumento utilizado na segunda atividade experimental .....	85
Figura 33 - Materiais e amostras utilizados no segundo experimento .....	86
Figura 34 - Realização da segunda prática experimental .....	86
Figura 35 - Realização da terceira atividade experimental .....	88
Figura 36 - Slide da problematização inicial .....	90
Figura 37 - Realização da primeira prática experimental.....	92
Figura 38 – Coluna de separação.....	93
Figura 39 - Cartas resposta dos casos .....	97
Figura 40 - Classificação das afirmativas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem .....	102
Figura 41 - Disciplinas preferidas pelos estudantes .....	112
Figura 42 - Perspectivas futuras .....	114
Figura 43 - Relações da Química com o dia a dia .....	115
Figura 44 - Questão objetiva relacionada à cor e a luz.....	117
Figura 45 - Número de estudantes e os itens analisados para a questão relacionada ao espectro eletromagnético.....	119
Figura 46 – Número de estudantes e as respostas referentes a questão sobre a presença de cor em soluções iônicas de metais de transição .....	121
Figura 47 - Disco de cores elaborado pelo estudante E6 .....	123
Figura 48 - Disco de cores elaborado pelo estudante E25 .....	124
Figura 49 - Disco de cores elaborado pelo estudante E26 .....	124
Figura 50 - Ilustração e descrição da terceira atividade pelo estudante E18.....	126
Figura 51 - Ilustração e descrição da terceira atividade pelo estudante E23.....	126
Figura 52 - Estrutura química do $\beta$ -caroteno .....	130
Figura 53 - Número de estudantes e as alternativas assinaladas na identificação da função orgânica presente na estrutura química do $\beta$ -caroteno.....	130
Figura 54 - Estrutura química do corante azul de indigotina.....	132
Figura 55 - Número de estudantes e as alternativas assinaladas na identificação das funções orgânicas presentes na estrutura química do corante azul de indigotina..	133
Figura 56 - Representação de recipientes com solventes imiscíveis.....	135
Figura 57 - Subcategorias dos mapas mentais.....	142

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura química dos corantes artificiais do grupo azo e suas respectivas cores .....	55
Quadro 2 - Estrutura química dos corantes artificiais do grupo trifenilmetanos e suas respectivas cores .....	56
Quadro 3 - Principais Corantes utilizados no século XVIII .....	63
Quadro 4 - Alguns conteúdos de Química, Física e Biologia contemplados pela temática.....	65
Quadro 5 - Sujeitos participantes das duas etapas da pesquisa.....	75
Quadro 6 - Etapas das intervenções .....	77
Quadro 7 - Número de amostras e de gotas dos corantes utilizados.....	87
Quadro 8 - Estudo de caso “Sintomas alérgicos” .....	94
Quadro 9 - Estudo de caso “Lote de gomas” .....	95
Quadro 10 - Componentes de cada grupo e seus respectivos casos .....	137
Quadro 11 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante E20 .....	144
Quadro 12 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante E26 .....	146
Quadro 13 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante E27 .....	148
Quadro 14 - Comentários dos estudantes sobre as intervenções desenvolvidas relacionadas à temática “Cores” .....	151



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cores referentes ao espectro do visível .....	39
Tabela 2 - Carotenos e ocorrência em alimentos.....	51
Tabela 3 - Antocianinas em alimentos .....	53



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
HOMO	Highest Occupied Molecular Orbital
LAEQUI	Laboratório de Ensino de Química
LUMO	Lowest Unoccupied Molecular Orbital
MEC	Ministério da Educação
PBL	Problem Basead Learning
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa





## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b> .....	29
<b>CAPÍTULO 1 – ASPECTOS HISTÓRICOS E CIENTÍFICOS DAS CORES</b> .....	33
1.1 HISTÓRICO DAS CORES .....	33
1.1.1 O que é cor? .....	35
1.1.2 Luz .....	36
1.1.3 Espectro eletromagnético .....	38
1.1.4 Relação das cores e a visão .....	40
1.1.5 Elementos químicos do bloco d .....	43
1.2 CORANTES .....	45
1.2.1 Corantes naturais .....	47
1.2.2 Corantes artificiais .....	54
<b>CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DA TEMÁTICA “CORES”</b> ..	59
2.1 UTILIZAÇÃO DE TEMAS NO ENSINO .....	59
2.2 A ESCOLHA DA TEMÁTICA “CORES” .....	62
2.2.1 Relação dos conteúdos de Ciências com a temática “Cores” .....	65
2.3 METODOLOGIAS DE ENSINO E A ABORDAGEM TEMÁTICA.....	66
2.3.1 Fundamentos e características das oficinas temáticas .....	66
2.3.2 Fundamentos e características do estudo de casos.....	69
2.3.3 Características das atividades experimentais .....	71
<b>CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b> .....	73
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA .....	74
3.2 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS .....	76
3.3 INTERVENÇÕES DESENVOLVIDAS .....	77
3.3.1 Investigação das concepções dos acadêmicos .....	78
3.3.2 Apresentação da temática “Cores” .....	79
3.3.3 Oficina temática: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores” .....	81
3.3.4 Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos” .....	89
3.3.5 Encerramento das atividades.....	97
3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	98
<b>CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	101
4.1 INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DOS ACADÊMICOS .....	101
4.1.1 Parte 1 – Afirmativas .....	102

<b>4.1.2 Parte 2 – Questões objetivas</b> .....	107
<b>4.1.3 Parte 3 – Questões descritivas</b> .....	108
<b>4.2 INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES ATRAVÉS DA TEMÁTICA “CORES”</b> .....	110
<b>4.2.1 Oficina temática: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores”</b> .....	111
4.2.1.1 <i>Disciplinas preferidas</i> .....	112
4.2.1.2 <i>Perspectivas futuras</i> .....	113
4.2.1.3 <i>Relação da Química com o dia a dia</i> .....	114
4.2.1.4 <i>Relação da Química com a temática “Cores”</i> .....	115
4.2.1.5 <i>Relação entre cor e luz</i> .....	117
4.2.1.6 <i>Compreensão do espectro eletromagnético</i> .....	119
4.2.1.7 <i>Compreensão da cor em soluções iônicas de metais de transição</i> .....	121
4.2.1.8 <i>Representação do disco de cores</i> .....	123
4.2.1.9 <i>Compreensão de conhecimentos químicos relacionados à temática “Cores”</i> .....	125
<b>4.2.2 Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”</b> .....	127
4.2.2.1 <i>Concepções dos estudantes sobre corantes naturais e artificiais</i> .....	128
4.2.2.2 <i>Identificação das funções orgânicas</i> .....	130
4.2.2.3 <i>Compreensão do experimento: “Extração e separação de corantes naturais”</i> .....	134
4.2.2.4 <i>Compreensão sobre densidade</i> .....	135
4.2.2.5 <i>Soluções para os casos “Sintomas alérgicos” e “Lote de gomas”</i> .....	137
<b>4.2.3 Mapas mentais</b> .....	139
<b>4.3 ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES</b> .....	151
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	153
<b>5.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA PARA A ÁREA DO ENSINO</b> .....	156
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO APLICADO AOS ACADÊMICOS</b> .....	163
<b>APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO</b> .....	165
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO INICIAL – OFICINA: “ASPECTOS GERAIS E QUÍMICOS DAS CORES”</b> .....	191
<b>APÊNDICE D – ATIVIDADES ILUSTRATIVAS E DESCRITIVAS – OFICINA: “ASPECTOS GERAIS E QUÍMICOS DAS CORES”</b> .....	193
<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL – OFICINA: “ASPECTOS GERAIS E</b>	

<b>QUÍMICOS DAS CORES”</b> .....	193
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO INICIAL – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS</b> .....	199
<b>APÊNDICE G – ATIVIDADES DESCRITIVAS – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS”</b> .....	201
<b>APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS”</b> .....	203



## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Ensinar Química, atualmente, é um desafio, pois o professor e o aluno concordam que ensinar e entender Química é difícil. Mas por que isso ocorre? Uma das apostas é que o aluno não entende o motivo em se aprender Química na escola. Os currículos, muitas vezes são orientados pelos sumários de livros e adotam o princípio de que o aprendizado de Química deve se restringir aos conteúdos conceituais, o que, na realidade atual, não é mais suficiente para a sociedade (VOGEL e MARI, 2014).

As aulas de Química ainda são desenvolvidas, em muitas escolas, por meio de atividades em que a parte conceitual é abordada por intermédio da repetição, fragmentação e esvaziamento do caráter social (MALDANER e SANTOS, 2010). Isso leva os estudantes a considerar a disciplina de Química além de difícil, abstrata e sem relação com o mundo que os cerca. Desta forma, é preciso que o professor busque utilizar em suas aulas diferentes ferramentas e metodologias de ensino capazes de incentivar os estudantes a gostar de Química, de forma que eles consigam relacionar os conteúdos científicos apresentados em sala de aula com o seu cotidiano.

Com isso, uma das alternativas que o nosso grupo de pesquisa LAEQUI/UFSM (Laboratório de Ensino de Química) vem utilizando para contextualizar os conteúdos de Química e relacioná-los com o cotidiano é o ensino através da utilização de temáticas. A abordagem temática visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para o caráter cidadão dos estudantes (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014).

Neste contexto, esta pesquisa tem como intuito contextualizar e relacionar os conteúdos científicos de Ciência com ênfase em Química, através da temática “Cores”. O estudo dessa temática busca explicar fenômenos que estão presentes constantemente em nosso cotidiano e que muitas vezes não são explorados em sala de aula. Com isso, acreditamos que a utilização da temática “Cores” possibilita aos estudantes uma melhor compreensão sobre esse fenômeno, que está presente no cotidiano. Sendo assim, o ponto de partida dessa pesquisa possui o seguinte questionamento: **“Como a temática “Cores” através da aplicação de diferentes metodologias de ensino pode auxiliar os estudantes da 3ª série do Ensino Médio na aprendizagem dos conceitos científicos?”**.

Foram consideradas algumas hipóteses para esse questionamento:

- Por ser um tema abrangente, a temática “Cores” quando abordada em sala de aula através da utilização de oficinas temáticas pode ser uma aliada para o desenvolvimento dos conteúdos científicos relacionados à Ciência;

- A abordagem da temática “Cores” é uma forma de superar a fragmentação das disciplinas, possibilitando uma integração dos conteúdos científicos das disciplinas de Química, Física e Biologia.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo geral: Auxiliar os estudantes da 3ª série do Ensino Médio, na compreensão de conceitos científicos por intermédio da temática “Cores” utilizando diferentes metodologias de ensino.

Através da utilização da temática em questão, os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Investigar as concepções de acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza sobre os processos de ensino e aprendizagem, bem como os conhecimentos científicos dos mesmos com relação à temática “Cores”;

- Produzir um material de apoio para os estudantes do Ensino Médio utilizarem como instrumento de pesquisa durante as intervenções;

- Elaborar e aplicar oficinas temáticas para turmas de 3ª série do Ensino Médio relacionadas à temática “Cores”;

- Utilizar diferentes estratégias de ensino durante a realização das oficinas temáticas, como: atividades experimentais e estudo de casos;

- Investigar as contribuições da utilização da temática “Cores” para a aprendizagem dos conceitos científicos no Ensino Médio.

Para melhor compreender e facilitar as etapas desta pesquisa, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos:

O 1º Capítulo, **Aspectos históricos e científicos das cores**, é constituído por uma breve revisão bibliográfica sobre o histórico das cores e assuntos relacionados à temática “Cores”, como: luz, espectro eletromagnético, disco de cores, corantes e outros.

No 2º Capítulo, intitulado **O ensino de Ciências por meio da temática “Cores”**, apresentamos um referencial teórico sobre a utilização de temáticas no ensino e também relatamos sobre o percurso metodológico relativo às intervenções, sendo que foram utilizadas oficinas temáticas e desenvolvidas no decorrer da mesma, atividades experimentais e estudo de casos.

No 3º Capítulo, **Procedimento metodológico da pesquisa**, apresentamos o tipo de pesquisa desenvolvida e relatamos as intervenções que foram desenvolvidas durante a aplicação, além dos instrumentos utilizados para coleta dos dados no âmbito acadêmico e escolar.

O 4º Capítulo, **Análise dos resultados e discussões**, apresenta a análise e as discussões dos dados obtidos no decorrer das intervenções, bem como um breve referencial sobre os mapas mentais.

Para finalizar, o 5º Capítulo, **Considerações finais**, realizamos uma reflexão sobre os resultados obtidos nesta pesquisa, buscando analisar as possíveis contribuições em relação à utilização da temática “Cores” no ensino de Química.





## CAPÍTULO 1 – ASPECTOS HISTÓRICOS E CIENTÍFICOS DAS CORES

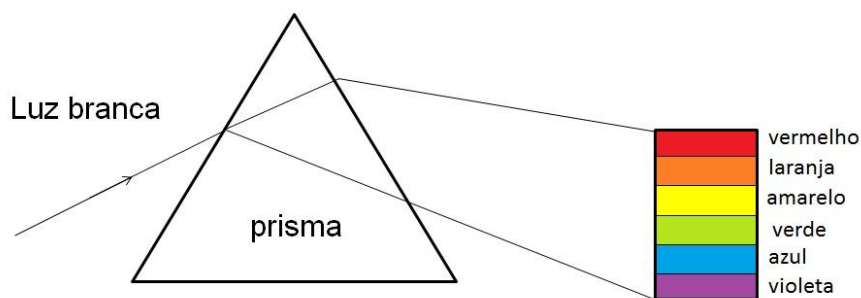
Quando observamos o mundo à nossa volta, ou seja, a natureza, os objetos, os vestuários, as casas, os alimentos entre outros, nos deparamos com diversas cores. Devido a essa convivência diária com o fenômeno da cor, é importante conhecermos a sua natureza, bem como compreender quais os processos químicos, físicos e biológicos que estão envolvidos na geração desse fenômeno.

Neste capítulo, apresentamos uma breve revisão sobre os aspectos históricos e científicos das cores, bem como os corantes naturais e artificiais. Desta forma, vários assuntos que estão relacionados à Ciência serão abordados para elucidar a temática “Cores”.

### 1.1 HISTÓRICO DAS CORES

Para entendermos a existência das cores, precisamos entender a história da Ciência que explica esse fenômeno. Conforme Orna (1980a), no século I um filósofo romano chamado Sêneca, observou que um prisma reproduzia as cores do arco íris. Entretanto, esta descoberta só pode ser confirmada no século XVII quando Isaac Newton realizou o experimento onde: deixou passar um feixe estreito de luz solar através de um prisma em uma sala totalmente escura e observou que a luz que passava para o outro lado não era somente a luz branca, mas exibia uma série de cores que variava do: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta (Figura 1).

Figura 1 - Decomposição da luz branca por um prisma



Fonte: Adaptação de ORNA (1980a).

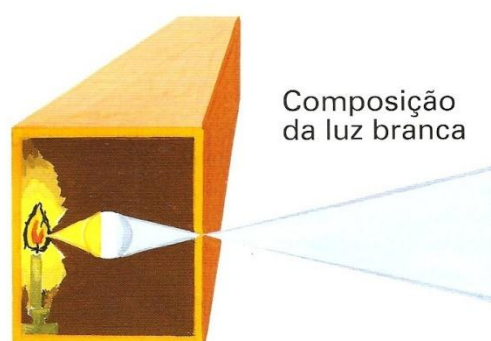
Newton, ao realizar o experimento com o prisma, proferiu:

Equipei-me com um prisma triangular de vidro, para tentar [testar] com ele o famoso fenômeno das cores. E, tendo para isto escurecido meu quarto e feito um pequeno furo na veneziana da janela, para deixar entrar apenas a quantidade conveniente de luz solar, coloquei meu prisma nessa entrada, para que assim fosse refratada para a parede oposta. No início foi um divertimento muito agradável ver as cores vívidas e intensas serem produzidas desse modo (CREASE, 2006, p. 64).

Através desse experimento, Newton concluiu que a luz solar é uma mistura de todas as cores observadas no espectro de um prisma, e que este prisma é capaz de dispersar a luz branca em seus constituintes coloridos. As várias cores percorrem o material com velocidade e ângulos de refração diferentes (ORNA, 1980a).

Anterior ao experimento realizado por Newton, Leonardo da Vinci já havia comprovado através de um experimento que “o branco não é uma cor, e sim composto de todas as cores”, ao iluminar um corpo opaco de um lado, com a luz amarela de uma vela, e do outro lado desse corpo com a luz azulada diurna filtrada por um orifício (Figura 2). No momento em que as duas luzes se misturavam, surgia o branco (PEDROSA, 2004).

Figura 2 - Experiência realizada por Leonardo da Vinci

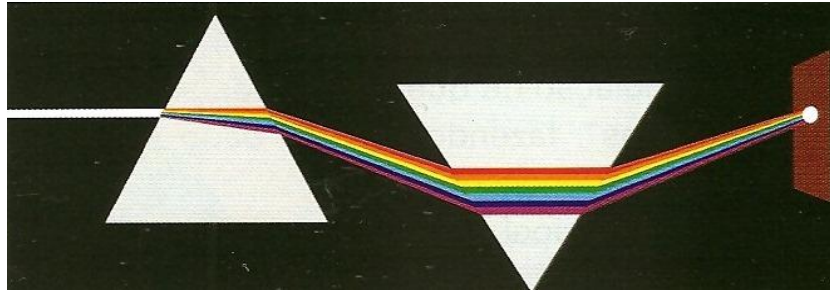


Fonte: (PEDROSA, 2004).

A experiência realizada por Leonardo da Vinci contribuiu para a investigação de Newton que, depois de dispersar um raio de luz branca com um prisma, reuniu

novamente as cores do espectro por meio de um segundo prisma, porém invertido, obtendo a luz branca original (Figura 3).

Figura 3 - Experiência realizada por Newton



Fonte: (PEDROSA, 2004).

A partir dos experimentos mencionados, relacionados às cores, consideramos relevante apresentarmos uma breve abordagem sobre a cor e a relação da mesma com a luz.

### 1.1.1 O que é cor?

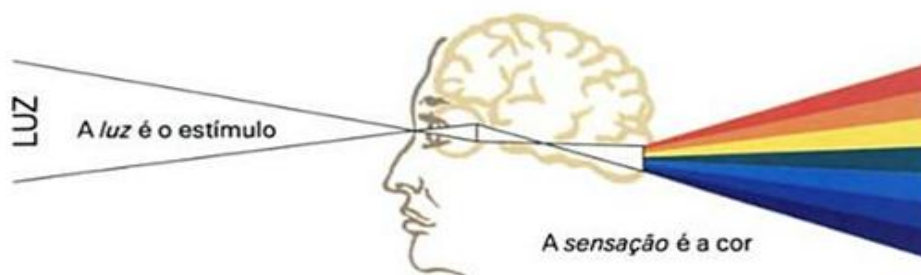
Essa questão parece ser aparentemente simples, já que atribuímos cores aos objetos, as roupas e a todos os elementos da natureza que nos rodeia. A natureza nos presenteou com milhares de cores! Frutas, legumes, verduras, flores, árvores, algas, insetos, répteis, mamíferos, pássaros, assim como a terra, o sol, o mar e o céu são coloridos (RETONDO e FARIA, 2009). No entanto, a cor não tem existência material. Ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão. Epícuro, há mais de 2.300 anos, desenvolveu o raciocínio que a cor guarda íntima relação com a luz, uma vez que, se falta luz não há cor (PEDROSA, 2004).

A Óptica, parte da Física que trata das propriedades da luz e da visão, apoiada pela Óptica fisiológica, explica que, quando a luz atravessava a pupila atingindo os cones que compõem a fóvea e a mácula da retina no fundo do olho, é por estes decomposta nos três grupos de comprimento de onda que caracterizam as cores-luz: vermelho, verde e azul-violetado (índigo). O resultado dessa decomposição e de suas infinitas possibilidades de misturas é transmitido pelo nervo

óptico e pelas vias ópticas ao córtex occipital, situado na parte posterior do cérebro, onde se processa a sensação cromática (Figura 4).

Desta forma, em linguagem corrente, a palavra cor tanto designa a sensação cromática, como o estímulo (a luz direta ou o pigmento capaz de refleti-la) que a provoca. Mas, a rigor, esse estímulo denomina-se matiz, e a sensação provocada por ele é que recebe o nome de cor (PEDROSA, 2004).

Figura 4 - Efeitos da luz que provocam a sensação da cor



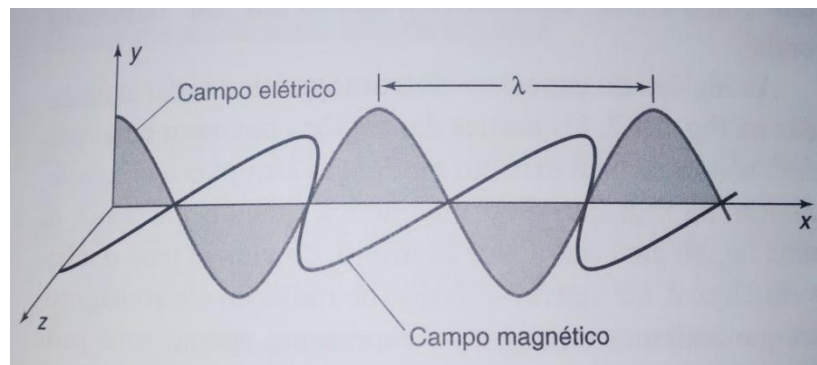
Fonte: (PEDROSA, 2004).

Devido à relação intrínseca existente entre a cor e a luz, consideramos importante destacar alguns aspectos referente à luz.

### 1.1.2 Luz

A luz é uma forma especial de energia que pode ser descrita tanto em termos de partículas como em termos de ondas. A luz é transmitida através do espaço na forma de onda, sendo assim, denominada radiação eletromagnética, devido a associação de um campo elétrico e magnético oscilante (Figura 5) (JUSTER, 1962; HARRIS, 2005). As ondas eletromagnéticas possuem duas características que a descrevem: a frequência e o comprimento de onda (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

Figura 5 - Onda eletromagnética



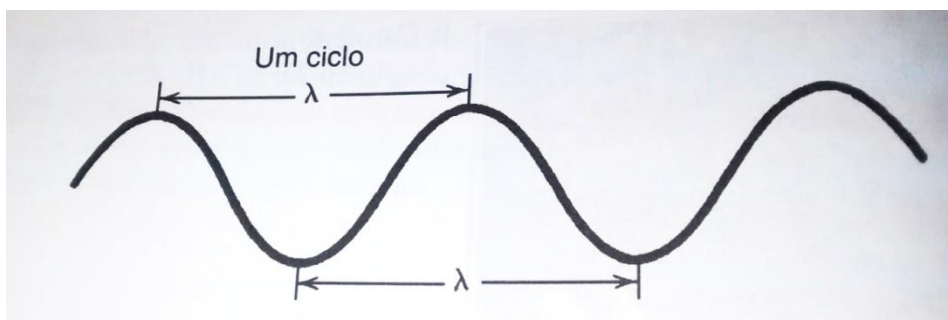
Fonte: (HARRIS, 2005).

Desde o final do século XIX, o trabalho desenvolvido por Maxwell tornou inequívoca a natureza eletromagnética da luz. As leis da eletrodinâmica clássica permitem prever que a energia se transfere continuamente através de ondas eletromagnéticas (HECHT, 2002).

Na mecânica quântica, a radiação eletromagnética tem natureza dupla e aparentemente contraditória. A radiação eletromagnética tem propriedades de uma onda e de uma partícula e pode ser descrita como uma onda que ocorre simultaneamente nos campos elétricos e magnéticos, mas também pode ser descrita como se fosse constituída por partículas denominadas quanta de energia ou fótons (SOLOMONS, 1996).

Uma onda se descreve, em geral, em termos de comprimento de onda ( $\lambda$ ) ou da frequência ( $\nu$ ). O comprimento de onda é a distância entre dois máximos sucessivos ou entre dois mínimos sucessivos. O número de ciclos completos da onda que passam por um dado ponto, em cada segundo, quando a onda se desloca no espaço, é a frequência que é medida por ciclos por segundo ou hertz (Figura 6) (SOLOMONS, 1996).

Figura 6 - Onda simples e comprimento de onda



Fonte: (SOLOMONS, 1996).

Uma característica de toda radiação eletromagnética é a frequência ( $\nu$ ) que está relacionada com a velocidade da luz ( $c = 2,998 \times 10^8$  m/s) e o comprimento de onda ( $\lambda$ ), sendo assim:  $\nu \cdot \lambda = c$ .

A frequência também pode ser relacionada com a energia através da constante de Planck ( $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J s), ou seja,  $E = h \cdot \nu$ .

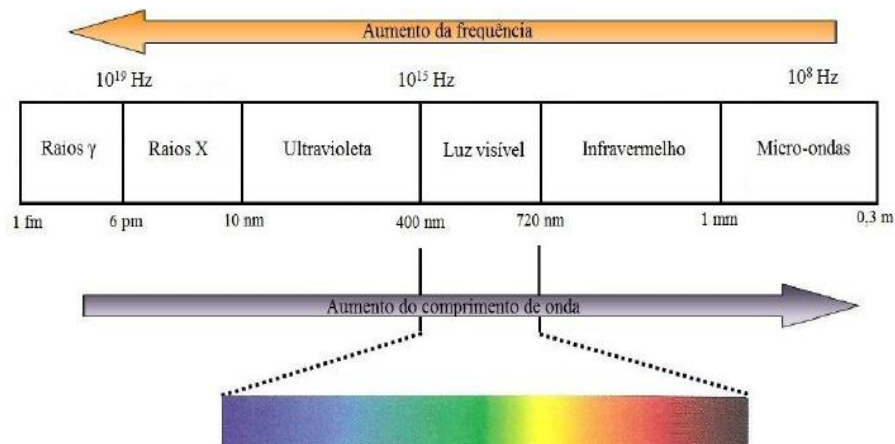
Como  $\nu = c/\lambda$ , a energia da radiação eletromagnética é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda, ou seja,  $E = h c / \lambda$ .

Desta forma, a radiação eletromagnética de comprimento de onda grande tem baixa energia, enquanto o comprimento de onda curto tem alta energia. Para a luz visível, os comprimentos de onda e as frequências estão relacionados com o que percebemos como cor, constituindo uma faixa do espectro eletromagnético (JUSTER, 1962; ORNA, 1978; SOLOMONS 1996).

### 1.1.3 Espectro eletromagnético

O espectro eletromagnético é a representação esquemática de processos moleculares que ocorrem quando a luz é absorvida em cada região (HARRIS, 2005). Na Figura 7, podemos observar as regiões do espectro eletromagnético.

Figura 7 - Espectro eletromagnético



Fonte: (SILVA, 2013).

O espectro eletromagnético apresenta diferentes regiões que variam em termos de comprimento de onda e energia. Considerando a região da luz visível, para cada comprimento de onda, está associada uma cor (RETONDO e FARIA, 2009). A região de luz visível é o tipo de luz que os nossos olhos detectam, que é somente uma pequena porção do espectro eletromagnético que varia aproximadamente de 400 a 720 nm, do violeta ao vermelho que são os dois extremos. Porém, as cores que não fazem parte do espectro de luz visível, não são devido à inexistência de luz, mas em razão do nosso sistema de visão que não é sensibilizado por ela e assim não apresentamos sensação alguma como resposta a essa luz não visível (SALVETTI, 2008).

A porção visível do espectro eletromagnético, isto é, a energia responsável pela faixa detectada pelo olho humano, ocupa uma pequena região entre aproximadamente 1,7 e 3,1 eV, em termos de energia. Na Tabela 1, podemos analisar o comprimento de onda, a frequência e a energia relacionadas à região do visível que correspondem a uma determinada cor (ORNA, 1980a; SILVA, 2013).

Tabela 1 - Cores referentes ao espectro do visível

(continua)

Cor	Comprimento de onda (nm)	Frequência (cm <sup>-1</sup> )	Energia (eV)
Vermelho	720 – 630	15447 – 14277	1,77 – 1,92

(conclusão)

Laranja	630 – 580	17083 – 15447	1,92 – 2,12
Amarelo	580 – 545	17380 – 17083	2,12 – 2,16
Verde	545 – 510	17380 – 20343	2,16 – 2,52
Azul	510 – 450	20343 – 23810	2,52 – 2,95
Violeta	450 – 400	23810 – 24983	2,95 – 3,10

Fonte: Adaptação de ORNA (1980a).

#### 1.1.4 Relação das cores e a visão

As cores que observamos ao nosso redor são devido à presença de luz, tanto é que, a cor não tem existência material. Ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão, ou seja, luz e cor apresentam uma relação intrínseca (PEDROSA, 2004; RETONDO e FARIA, 2009; SILVA, 2013).

Existem células presentes na retina do olho, denominadas fotorreceptores, que são células especializadas em captar energia da região do visível e enviar mensagem para o cérebro, que as interpretam. De acordo com Juster (1962), Martins, Sucupira e Suarez (2015), Pedrosa (2004) e Salvetti (2008), os fotorreceptores podem ser divididos em dois grupos, cones e bastonetes. Os cones são responsáveis pelas imagens coloridas, já os bastonetes pelas imagens em preto e branco, ou seja, quando tem pouca luminosidade e por isso são mais sensíveis que os cones.

Conforme Retondo e Faria (2009), existem três grupos de cones e um único grupo de bastonete. Cada grupo de cones é sensível a determinados comprimentos de onda na região do visível. Dependendo dos cones que serão ativados, teremos a sensação de uma determinada cor. Comprimentos de onda entre 400 - 480 nm ativam os cones sensíveis ao azul, comprimentos de onda entre 430 – 670 nm ativam os cones sensíveis ao verde enquanto os cones sensíveis ao vermelho são ativados por radiação eletromagnética na faixa entre 500 – 700 nm.

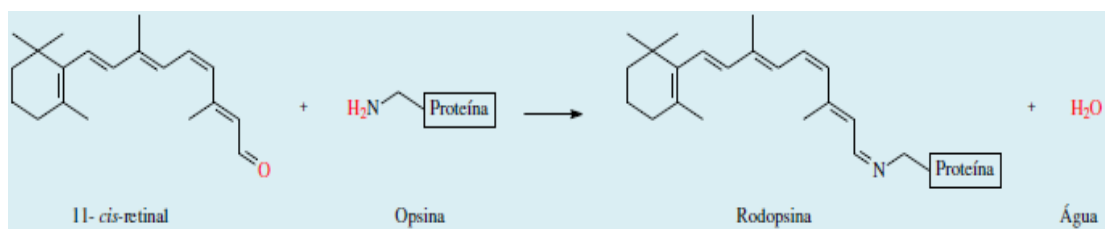
Tanto os bastonetes quanto os cones têm seus respectivos nomes por causa de seus formatos. Ambos possuem em sua estrutura uma molécula que é responsável por receber e captar a luz, que é denominada 11-cis-retinal e que está ligada a uma proteína. A molécula possui uma estrutura derivada do  $\beta$ -caroteno, composto que se faz presente nas cenouras, sendo um dos motivos que este



alimento é indicado para melhorar a visão (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

Nos bastonetes a 11-cis-retinal está unida a uma proteína chamada opsina, por meio de seu grupo aldeído com um grupamento amina presente nos aminoácidos da proteína, formando uma base de Schiff. Dessa forma, é gerada uma nova proteína, a rodopsina (Figura 8). A proteína formada permite a detecção de radiação ultravioleta, faixa que está fora do espectro visível, porém devido à presença de alguns pigmentos no olho, estes filtram os comprimentos de onda menores que o violeta, não permitindo a interação com a rodopsina (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

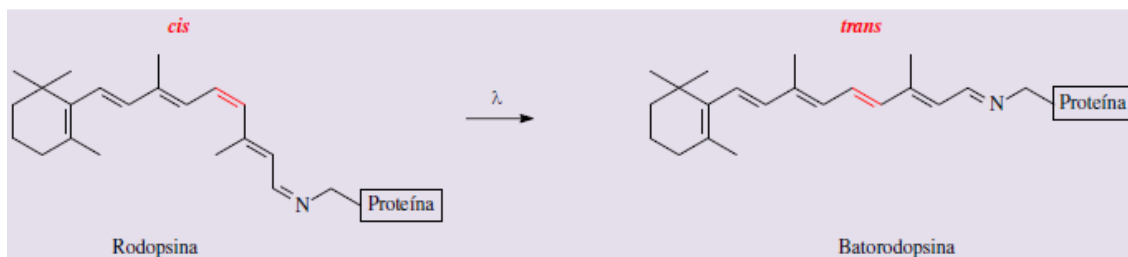
Figura 8 - Ligação entre o 11-cis retinal com a proteína opsina gerando a rodopsina



Fonte: (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

Quando a rodopsina absorve a energia da luz visível, os elétrons localizados nos orbitais  $\pi$  das ligações duplas conjugadas sofrem uma transição eletrônica para um estado excitado de maior energia. Durante a excitação, a ligação  $\pi$  entre os carbonos 11 e 12 é rompida e a ligação  $\sigma$  pode girar livremente. Devido a fatores termodinâmicos, quando o elétron libera energia e retorna ao seu estado fundamental, refazendo a ligação  $\pi$  e reestabelecendo o sistema conjugado, o 11-cis-retinal isomeriza para a conformação mais estável, formando 11-trans-retinal. O retinal continua ligado à opsina na forma de uma base de Schiff durante todo este processo. A isomerização do resíduo retinal na proteína faz com seja gerada uma nova proteína, a batorodopsina (Figura 9) (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

Figura 9 - Resíduo 11-cis retinal ligado na proteína na forma cis, seguido da isomerização para a forma trans após absorção de luz visível



Fonte: (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

A isomerização do resíduo retinal para a forma trans, quando este está ligado à proteína, gera consequências. Devido a uma maior rigidez conformacional, a cadeia trans tem uma maior dificuldade na sua acomodação no interior da proteína se comparada à *cis*, fazendo com que o espaço ocupado seja maior após a isomerização. Assim, a proteína começa a sofrer uma série de alterações conformacionais, inclusive expelindo o 11-trans-retinal, o qual é novamente isomerizado para a forma *cis* por enzimas, para voltar a se ligar com as opsinas posteriormente. No entanto, durante as mudanças conformacionais da opsina após a remoção do isômero trans retinal são gerados sinais elétricos, os quais são enviados ao cérebro, que, após interpretá-los, formam na nossa mente as imagens e cores observadas pelos nossos olhos (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

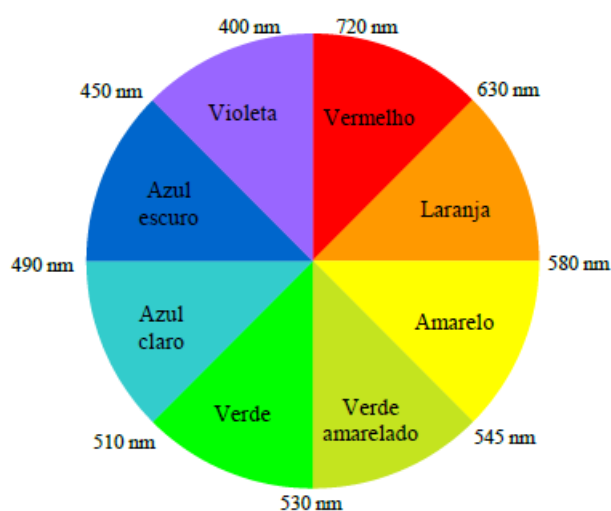
No caso dos cones o mecanismo é o mesmo, porém o 11-cis-retinal vai se ligar a três variações da opsina gerando outras proteínas intermediárias. Apesar deste mecanismo complexo, nossa visão não demanda tempo para ser recarregada, por que a velocidade dessas reações é da ordem de picosegundos ( $10^{-12}$ s), permitindo imagens instantâneas o tempo todo (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

As cores que visualizamos nos objetos, dependem da luz que incide sobre os mesmos, sendo que parte da luz (radiação eletromagnética) é absorvida e parte é refletida. Os fótons de luz refletidos alcançam a retina do olho e o que visualizamos na realidade são os comprimentos de onda da cor complementar. Ou seja, os comprimentos de onda absorvidos não são observados, o que é observado por nossos olhos são os comprimentos de onda das cores complementares. Por exemplo: Se um objeto é vermelho, significa que ele absorve principalmente os

comprimentos de onda referente à cor verde e reflete os comprimentos de onda da cor complementar que, no caso, é o vermelho.

As cores complementares podem ser visualizadas através do disco de cores (Figura 10), por exemplo, o verde é complementar ao vermelho (BRILL, 1980).

Figura 10 - Disco de cores



Fonte: Adaptação de BRILL (1980).

A presença de cor está diretamente relacionada com a estrutura atômica, portanto consideramos importante, especialmente para o ensino de Química, discutir um pouco sobre a existência das cores nos elementos químicos do bloco d.

### 1.1.5 Elementos químicos do bloco d

As cores de compostos inorgânicos são baseadas em transições eletrônicas que absorvem um comprimento de onda da luz, refletindo a cor complementar, a qual é observada pelos nossos olhos. Entretanto, a diferença entre a formação de cores nos compostos inorgânicos e orgânicos é justamente o tipo de transição eletrônica que ocorre (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

Na tabela periódica, existem alguns elementos que fazem parte do bloco d do 4º período que exibem cores. Por exemplo: sais de Níquel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) são verdes e sais de Cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) são azuis. Estas colorações desses metais resultam da absorção da luz visível causada por transições eletrônicas, do estado fundamental para o estado

excitado. Isso ocorre devido à existência de elétrons no orbital d desses compostos, com diferentes energias que permite a excitação de elétrons de um nível para o outro. Essas transições são referidas como campo cristalino ou transições d – d e a energia requerida correspondem a comprimentos de ondas na região do visível (ORNA, 1980b).

Deste modo, é importante salientar que os átomos dos metais envolvidos possuem uma eletrosfera muito mais volumosa comparando com os átomos presentes em compostos orgânicos, tendo acesso aos elétrons dos subníveis d e/ou f, os quais necessitam de menor energia para sofrer transições. São justamente as transições dos orbitais d-d e dos orbitais f-f, principalmente as transições d-d, que são responsáveis, na maior parte dos casos, pela formação de cor (MARTINS, SUCUPIRA e SUAREZ, 2015).

As transições d – d não ocorrem se o sub-nível d está totalmente preenchido, ocorrem somente quando o orbital d está parcialmente preenchido, por exemplo, uma solução de íons cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) (Figura 11).

Existem alguns casos de metais do bloco d que não apresentam cores, por exemplo, soluções de íons zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) e escândio ( $\text{Sc}^{3+}$ ). Isso ocorre devido ao primeiro apresentar o orbital d totalmente preenchido e o segundo por não apresentar elétrons no orbital d (Figura 11) (ORNA, 1980b).

Figura 11 - Representação do  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Sc}^{3+}$ , suas configurações eletrônicas e a distribuição dos elétrons d



Além da abordagem das cores em alguns elementos do bloco d, é importante abordar também a presença das cores em moléculas orgânicas. A seguir apresentamos alguns aspectos relevantes como as transições eletrônicas nos orbitais moleculares e as energias envolvidas neste processo. A definição de compostos com propriedades corantes se refere especificamente a moléculas orgânicas.

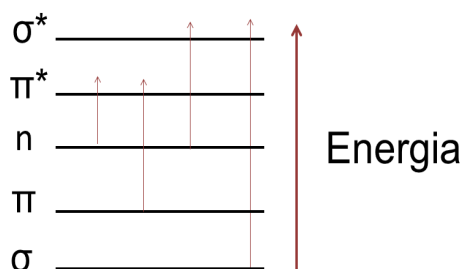
## 1.2 CORANTES

Os corantes são moléculas orgânicas que absorvem fortemente comprimentos de onda selecionados de luz visível, o que permite aos mesmos conferir cor (BROWN et al., 1997).

De acordo com Orna (1978), foi em 1876, que Witt sugeriu que para um composto orgânico exibir cor, era necessária a presença de grupos insaturados denominados de cromóforos. Alguns cromóforos comuns são  $-N=N-$ ,  $-C=C-$ ,  $-C=O$ ,  $-C_6H_5$ . Nesses sistemas insaturados, a transição  $\pi \rightarrow \pi^*$  dos elétrons faz com que a energia de transição diminua e conseqüentemente aumente o comprimento de onda (Figura 12).

Além dos cromóforos, existem grupos denominados auxocromos, tais como:  $-OH$ ,  $-NH_2$  e  $-NHR$  que alteram a intensidade de absorção dos comprimentos de onda desses compostos, pelo fato de apresentarem elétrons não ligantes em orbitais n (ORNA, 1978). Neste caso, a transição  $n \rightarrow \pi^*$  dos elétrons pode fazer com que diminua ainda mais a energia de transição e, desta forma, o comprimento de onda aumente (Figura 12).

Figura 12 - Diagrama de níveis de energia dos orbitais moleculares



Fonte: Adaptação de Retondo e Faria (2009).

A compreensão da existência de cor em alguns compostos orgânicos, como no caso, os corantes, está relacionada às transições eletrônicas que ocorrem na molécula. Quando a luz interage com a molécula, sua energia pode ser absorvida, e os elétrons dos orbitais moleculares ligantes e/ou não ligantes podem ser deslocados para os antiligantes. Para cada transição eletrônica está associada uma determinada quantidade de energia. Portanto, quanto maior a diferença de energia entre os orbitais moleculares que estão preenchidos e os que estão vazios, menor será o comprimento de onda da luz absorvida, ou seja, mais próximo do ultravioleta ele estará. Nesse sentido, a probabilidade de a molécula absorver na região do visível e causar, quando refletir, uma determina cor, é menor (RETONDO e FARIA, 2009).

Com relação à teoria do orbital molecular, no estado fundamental o orbital molecular de maior energia preenchido é denominado HOMO (*Highest Occupied Molecular Orbital*) e o orbital molecular vazio de menor energia é denominado LUMO (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*). Por isso, quanto mais próximos estiverem esses orbitais, menor será a diferença de energia entre eles e maior a probabilidade de a molécula absorver radiação do visível, e conseqüentemente, causar no nosso cérebro a sensação da cor (RETONDO e FARIA, 2009).

Segundo a teoria do orbital molecular para cada orbital molecular  $\sigma$  ligante teremos um orbital molecular  $\sigma^*$  antiligante de alta energia e para cada orbital  $\pi$  ligante teremos o correspondente  $\pi^*$  antiligante. Os elétrons de valência que não participam das ligações são denominados n não ligantes.

Nos compostos orgânicos a absorção da radiação ultravioleta e visível é necessária para promover elétrons  $n$ ,  $\sigma$  ou  $\pi$  para orbitais de maior em energia. Os valores de  $\Delta E$  para as diferentes transições estão na seguinte ordem:  $n \rightarrow \pi^* < \pi \rightarrow \pi^* < n \rightarrow \sigma^* \ll \sigma \rightarrow \sigma^*$ . Quanto menor a energia maior o comprimento de onda e conseqüentemente visualizamos as cores dos compostos (ORNA, 1978).

### 1.2.1 Corantes naturais

As civilizações antigas já tinham o hábito de retirar substâncias da natureza para colorir seus alimentos, e assim melhorar sua aparência. Egípcios adicionavam extratos de plantas e vinhos para colorir seus produtos. Muitas substâncias de origem animal, vegetal ou mineral utilizadas como especiarias e condimentos, já tinham o objetivo de colorir os alimentos, mas foram gradualmente substituídas por outras com o objetivo específico de conferir cor (PRADO e GODOY, 2003).

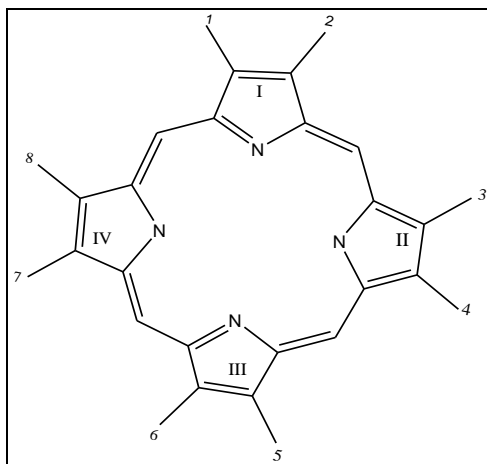
Os pigmentos naturais são normalmente agrupados, em função de sua estrutura química, em: compostos heterocíclicos com estrutura tetrapirrólica, compostos de estrutura isoprenoide, flavonoides, betaleínas e outros (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

A seguir serão apresentados os principais grupos, suas características e as estruturas dos compostos químicos, que são corantes naturais.

#### - Compostos heterocíclicos com estrutura tetrapirrólica

Esses compostos caracterizam-se pelo núcleo porfirina (Figura 13), associado, através de quatro átomos de nitrogênio, a um metal, sendo, portanto, denominados de metaloporfirinas (Figura 14).

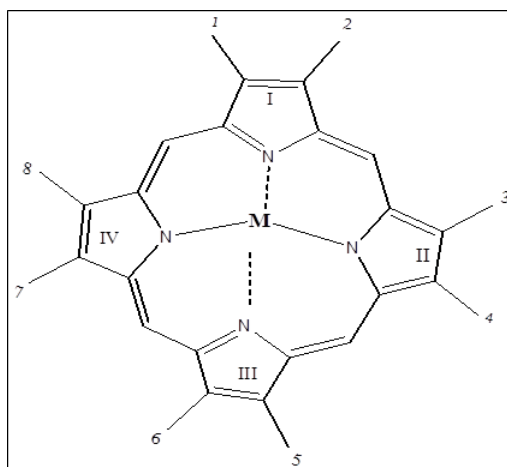
Figura 13 - Representação do núcleo porfina



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Porfirina é uma estrutura cíclica insaturada que contém quatro anéis pirrólicos, unidos por ligações simples entre carbonos. Esses anéis são numerados com algarismos romanos (I a IV). A porfirina um derivado das porfinas, consiste no núcleo porfirina com substituintes nas posições 1 a 8. Os átomos de carbono situados na periferia dos anéis pirrólicos são numerados de 1 a 8. Os principais pigmentos encontrados em alimentos pertencentes a esse grupo são as clorofilas e os hemecompostos (hemoglobina e mioglobina) (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Figura 14 - Representação da metaloporfirina



Fonte: Adaptação de RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

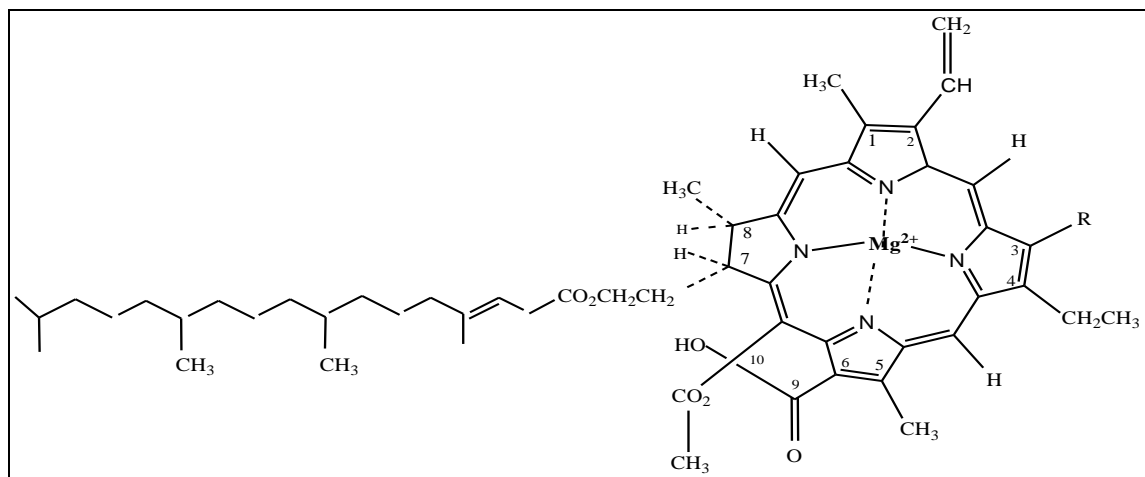


A clorofila (Figura 15) é principal cromóforo responsável pela cor verde nos vegetais. Sua classe de pigmentos é considerada a mais abundante na natureza, essencial no processo da fotossíntese.

Nos tecidos vegetais vivos, a clorofila está presente como suspensão coloidal nas células de cloroplastos, associada com carotenoides, lipídeos e proteínas. Portanto, as ligações entre essas moléculas são fracas e facilmente rompidas, tornando possível a extração das clorofilas dos tecidos vegetais verdes pela maceração do tecido com solventes orgânicos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Todas as clorofilas são porfirinas, formadas pela adição de um quinto anel isocíclico ao núcleo porfina. Apresenta uma estrutura tetrapirrólica quelada com magnésio, contendo grupos metila nas posições 1, 3, 5 e 8, etila na 4, ácido propiônico esterificado com álcool fitílico na 7, cetona na 9 e carboximetoxila na 10. Na natureza são encontradas diferentes tipos de clorofilas, mas as mais importantes são conhecidas como: clorofila **a** e clorofila **b**, que diferem uma da outra em função do grupo presente no C<sub>3</sub>. A clorofila **a** tem fórmula C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg com grupo metila (-CH<sub>3</sub>), e a clorofila **b** tem fórmula C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg, com o grupo formila (-HC=O) (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Figura 15 - Estrutura da clorofila



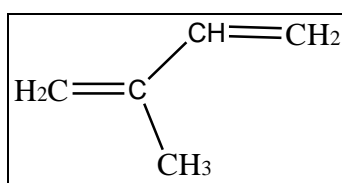
Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

## - Compostos de estrutura isoprenoide

Os pigmentos pertencentes a esse grupo são denominados carotenoides. Sua cor varia de amarelo a vermelho. Esses pigmentos estão distribuídos na natureza, em vegetais junto com as clorofilas. Os animais não sintetizam carotenoides, mas podem ingerir o pigmento e absorvê-lo.

A estrutura básica dos carotenoides consiste em oito unidades de isopreno (Figura 16), unidas de tal forma que ocorre uma reversão na parte central da molécula e os dois grupos metílicos centrais ficam separados por três carbonos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Figura 16 - Estrutura do Isopreno



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

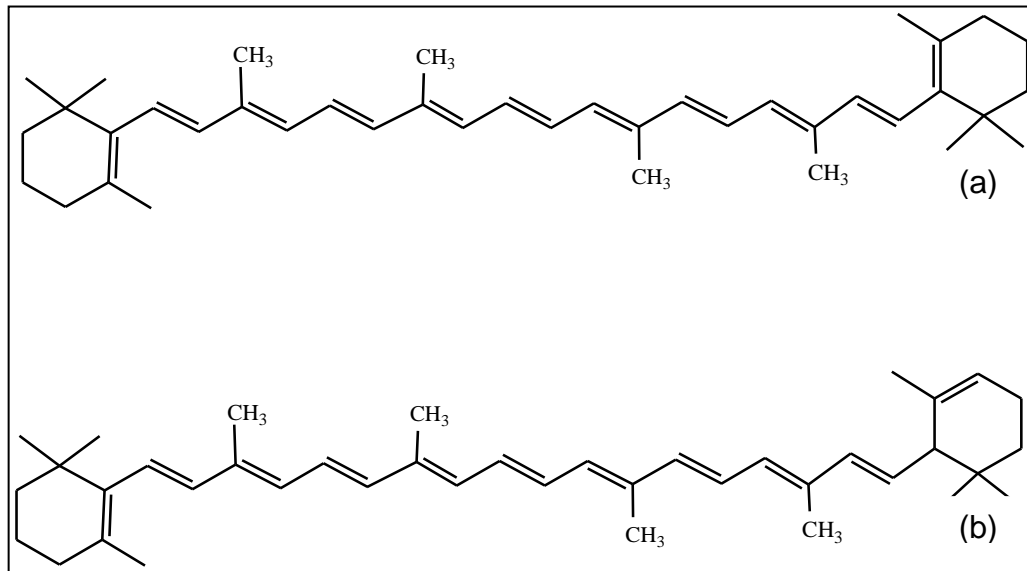
Já foram identificados mais de 300 carotenoides, os quais podem ser classificados em dois grupos principais: os carotenos, que são compostos constituídos por carbono e hidrogênio e as xantofilas, que são derivados obtidos por oxidação dos carotenos com formação dos grupos hidroxila, metoxila, carboxila e cetona.

A cor dos compostos desse grupo é resultante da presença de um sistema de duplas ligações conjugadas (Figura 17). Para que a cor amarela apareça, são necessárias, no mínimo, sete ligações conjugadas. O aumento no número de duplas ligações resulta em maiores comprimentos de onda e conseqüentemente, os carotenoides tornam-se mais vermelhos.

Os principais carotenoides encontrados em folhas verdes são luteína, violaxantina e neoxantina. Em frutas, durante a maturação, grandes quantidades de carotenoides são formados. Os mais frequentes são  $\alpha$  e  $\beta$ - caroteno e xantofilas. A

presença de luz é necessária para a síntese dos carotenoides (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Figura 17 - Estruturas químicas do  $\beta$ -caroteno (a) e do  $\alpha$ - caroteno (b)



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Na Tabela 2, estão representados os principais carotenos e suas ocorrências em alimentos, sendo que alguns são precursores de vitamina A.

Tabela 2 - Carotenos e ocorrência em alimentos

Carotenos	Atividade de pró-vitamina A	Ocorrência em alimentos
$\alpha$ -caroteno	50-54	Cenoura, tomate, laranja
B-caroteno	100	Cenoura, tomate, laranja
$\gamma$ -caroteno	42-50	Cenoura, tomate, laranja
Licopeno	Desprezível	Tomate, cenoura, pimentão
Cataxantina	Desprezível	Cogumelo, crustáceos
Bixina	Desprezível	Urucum
Zeaxantina	Desprezível	Milho, pimentão verde

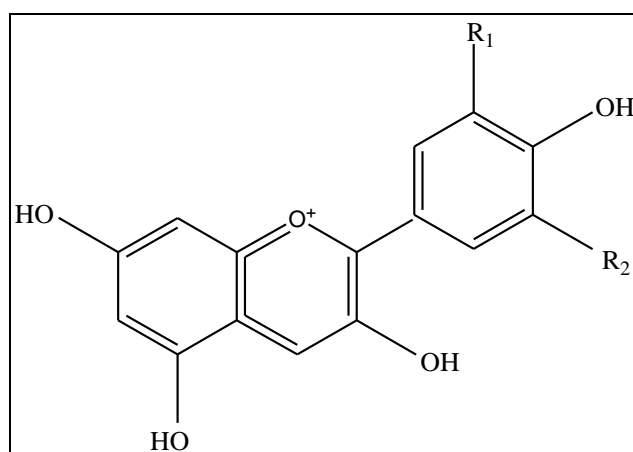
Fonte: RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

## - Flavonoides

Os compostos heterocíclicos com oxigênio na molécula são denominados flavonoides. Essa classe de pigmentos é encontrada apenas em vegetais. Todos os flavonoides têm a estrutura  $-C_6-C_3-C_6-$ , sendo que as duas partes da molécula com 6 carbonos são anéis aromáticos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Os flavonoides são subdivididos em antocianinas e outros flavonoides. As antocianinas são pigmentos encontrados apenas em vegetais. São pigmentos dominantes em frutas e flores, podem apresentar cores que variam de vermelho intenso ao violeta e azul (Figura 18) (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

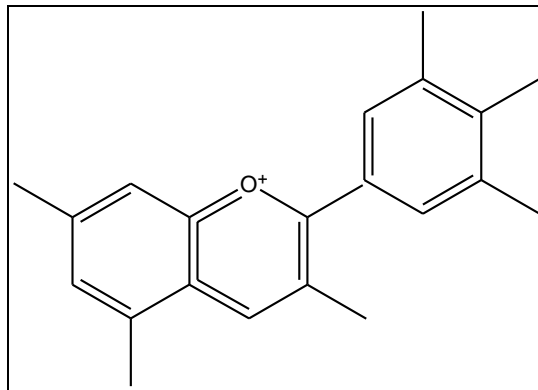
Figura 18 - Estrutura química da antocianidina



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

A estrutura fundamental das antocianidinas consiste no núcleo flavilium (Figura 19).

Figura 19 - Estrutura química do núcleo flavilium



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Na Tabela 3, estão presentes algumas antocianinas, suas principais ocorrências em alimentos, sendo que são diferenciadas pelos seus grupamentos ( $R_1$  e  $R_2$ ) e seus comprimentos de ondas de máxima absorção.

Tabela 3 - Antocianinas em alimentos

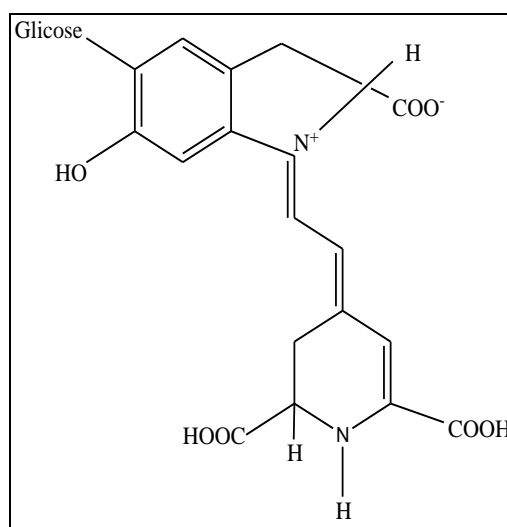
<b>Antocianidina</b>	<b><math>R_1</math></b>	<b><math>R_2</math></b>	<b><math>\lambda_{\text{máx}}</math> (nm)</b>	<b>Ocorrência</b>
Pelargonidina	H	H	520	Morango, amora
Cianidina	OH	H	535	Jaboticaba
Delfinidina	OH	OH	546	Berinjela
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	542	Uvas
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H	532	Cereja, uva

Fonte: RIBEIRO e SERAVALLI (2007).

#### - Betalaínas ou betaninas

As betalaínas são encontradas apenas em vegetais, à qual pertence à beterraba. Elas formam um grupo de compostos químicos ricos em nitrogênio com mais de 70 tipos diferentes, sendo que pelo menos 50 apresentam a cor vermelho vinho, conhecidas como betaninas que é o principal cromóforo. Os outros 20 restantes possuem uma cor amarelada, sendo conhecidos como betaxantinas. O teor de corante vermelho vinho é tão grande na beterraba, sua cor é tão intensa que é preferido frente aos corantes sintéticos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Figura 20 - Estrutura química da betanina



Fonte: (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

### 1.2.2 Corantes artificiais

No ano de 1856, o químico chamado William Henry Perkin com apenas 18 anos, produziu o primeiro corante sintético, que chamou de malveína, substância de cor roxa (púrpura) (LE COUTER e BURRESON, 2006). Depois disso outros corantes começaram também a ser sintetizados.

Alguns corantes sintéticos podem ser prejudiciais à saúde e por isso cada país apresenta uma legislação quanto à utilização dos mesmos em alimentos. Os corantes podem causar desde simples urticárias, passando por asma e reações imunológicas entre outros (BARROS e BARROS, 2010). No Brasil, os corantes sintéticos autorizados são classificados em categorias que serão apresentadas a seguir:

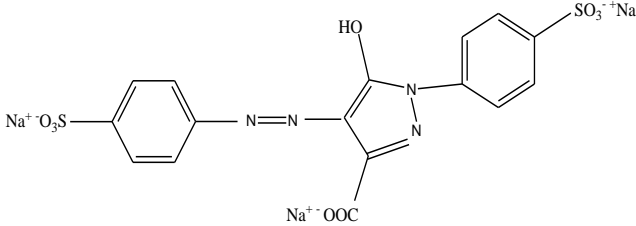
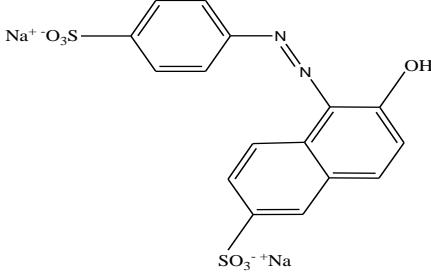
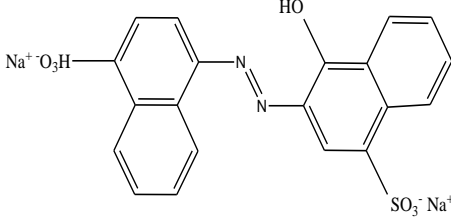
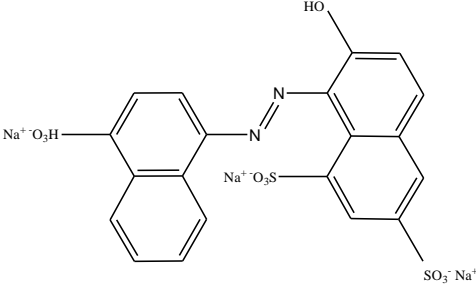
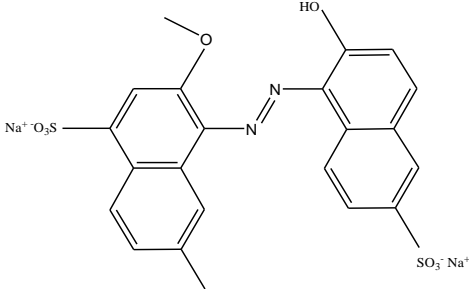
#### - Corantes azo

É a maior e mais importante classe de corantes artificiais, utilizados em alimentos, como: balas, gomas, chicletes, sorvetes, iogurtes e vários outros. Essa classe compreende vários compostos, tendo sempre presente o grupamento -N=N- (azo), ligado a outros diferentes anéis na molécula. Faz parte deste grupo, um dos corantes mais polêmicos, a Tartrazina, conhecida como causadora de diversas

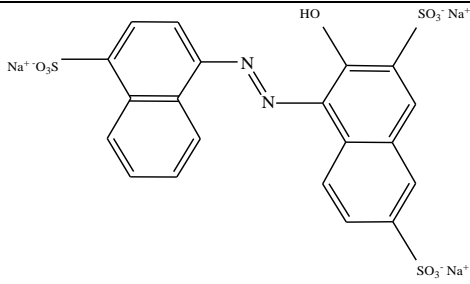
alergias alimentares e proibida em diversos países, mas ainda é utilizada no Brasil em alimentos e medicamentos (BARROS e BARROS, 2010). Os compostos que fazem parte dessa classe de corantes são:

Quadro 1 - Estrutura química dos corantes artificiais do grupo azo e suas respectivas cores

(continua)

Nome do corante	Estrutura química dos corantes do grupo <b>azo</b>	Cores
<b>Tartrazina</b>		<b>AMARELO</b>
<b>Crepúsculo</b>		<b>LARANJA</b>
<b>Azorrubina</b>		<b>VERMELHO E PÚRPURA</b>
<b>Ponceau 4R</b>		<b>VERMELHO E PÚRPURA</b>
<b>Vermelho 40</b>		<b>VERMELHO E PÚRPURA</b>

(conclusão)

<p><b>Amaranto</b></p>		<p><b>VERMELHO E PÚRPURA</b></p>
------------------------	---	--

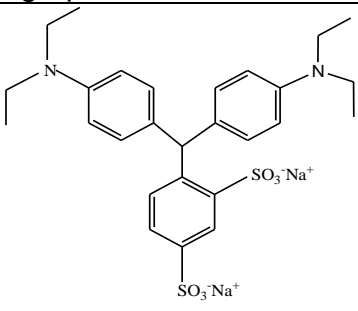
Fonte: Autores.

### - Corantes trifenilmetanos

É um grupo que apresenta três substâncias corantes, sendo duas que conferem tom azul e outra que é verde. O nome deste grupo vem de sua estrutura química, que tem em comum um sistema de três anéis aromáticos. Esses corantes são muito utilizados em bebidas isotônicas, gelatinas, balas, chicletes e outros (BARROS e BARROS, 2010). Os compostos que fazem parte dessa classe de corantes são:

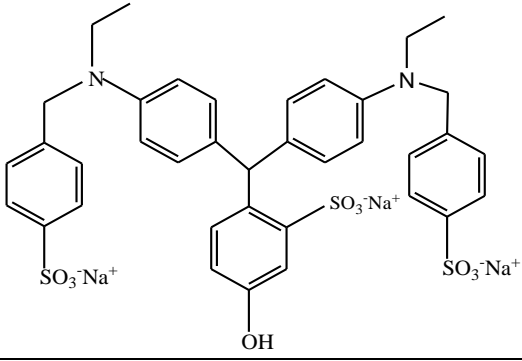
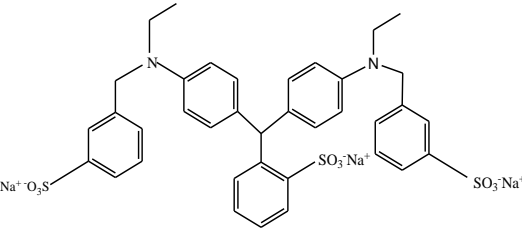
Quadro 2 - Estrutura química dos corantes artificiais do grupo trifenilmetanos e suas respectivas cores

(continua)

Nome do corante	Estrutura química dos corantes do grupo <b>trifenilmetanos</b>	Cores
<p><b>Azul patente V</b></p>		<p><b>AZUL</b></p>



(conclusão)

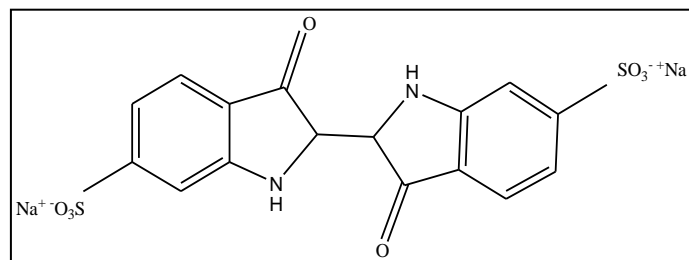
<b>Verde rápido FCF</b>		<b>VERDE</b>
<b>Azul brilhante</b>		<b>AZUL INTENSO</b>

Fonte: Autores.

#### - Corantes indigoides

Este grupo apresenta apenas um corante artificial autorizado no Brasil: índigo, que apresenta cor azul. O índigo é a cor azul que todo mundo observa no jeans, variando para tons mais claros e escuros. O corante desse grupo é chamado de azul de indigotina (Figura 21). Esse corante pode ser utilizado em combinações com outros para a obtenção de outras cores, como o rosa, o anil e o roxo, sendo assim, útil quando se deseja associar a algum sabor, por exemplo: de uva, de groselha e de ameixa (BARROS e BARROS, 2010).

Figura 21 - Estrutura química do corante azul de Indigotina

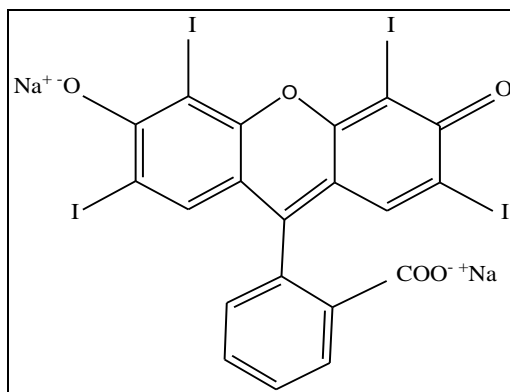


Fonte: (BARROS e BARROS, 2010).

## - Corantes xantenos

Deste grupo de corantes apenas a eritrosina (Figura 22) é permitida no Brasil para uso em alimentos. Sua coloração varia do rosa ao vermelho. Esse corante é largamente utilizado em doces, iogurtes, pudins, bem como em refrigerantes, sempre quando se deseja correlacionar seu sabor com o de certas frutas, por exemplo, morango, cereja e outros (BARROS e BARROS, 2010).

Figura 22 - Estrutura química do corante Eritrosina



Fonte: (BARROS e BARROS, 2010).

Neste Capítulo podemos observar uma série de assuntos relacionados à temática “Cores” que envolvem diversos conhecimentos científicos da Ciência.

No Capítulo 2, O ensino de Ciências por meio da temática “Cores” será discutido sobre o ensino através de temáticas, com ênfase na temática “Cores” que foi escolhida para ser abordada nesta pesquisa, bem como iremos apresentar metodologias de ensino que podem ser utilizadas para a abordagem temática.

## **CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DA TEMÁTICA “CORES”**

Visualizar as cores ao nosso redor parece ser tão simples, pois a percebemos com muita facilidade. Algumas vezes já nos perguntamos como é possível visualizar os diferentes tipos de cores? O que está por trás desse fenômeno que presenciamos diariamente? Vários são os conceitos e conteúdos científicos relacionados à Ciência que necessitam serem compreendidos para explicarmos a presença do colorido.

Nesse capítulo, iremos apresentar um breve referencial sobre a utilização de temáticas no ensino, com ênfase na temática “Cores” que é foco desta pesquisa, bem como as possíveis metodologias de ensino que podem ser utilizadas para a abordagem dessa temática, que são: as oficinas temáticas, estudo de casos e atividades experimentais.

### **2.1 UTILIZAÇÃO DE TEMAS NO ENSINO**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que são orientações curriculares do Ministério da Educação (MEC) do Governo Federal para a reestruturação do Ensino Fundamental, já vem orientando aos professores que desenvolvam os conteúdos programáticos de suas disciplinas, de acordo com os temas transversais que são: saúde, meio ambiente, pluralidade cultural, ética, orientação sexual, trabalho e consumo. Embora esse documento esteja voltado para o Ensino Fundamental, os temas transversais também podem ser discutidos e utilizados em outros níveis de escolaridade, como no Ensino Médio. (FERREIRA e WORTMANN, 2007; WOLLMANN, 2013).

Porém, para o Ensino Médio, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias com o objetivo de fornecer alternativas didáticas pedagógicas para a organização do currículo escolar em nível médio. As versões de (2000, 2002, 2006) foram estruturadas a fim de desenvolver competências nos estudantes, através da relação dos conteúdos químicos e os temas estruturadores.

As competências, a serem desenvolvidas no ensino de Química sugeridas pelos PCNEM são: representação e comunicação, que envolve a leitura, interpretação e representação de códigos e nomenclaturas da Química, a busca de informações bem como a produção e análise de textos; investigação e

compreensão, remete ao uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos relacionados com a Química e contextualização sociocultural, que é a utilização do conhecimento adquirido nas aulas de Química nos diferentes setores da sociedade, sua relação com aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e tecnológicos.

Uma das maneiras de os profissionais do ensino organizarem os conteúdos a serem apresentados é através da utilização de temas estruturadores (BRASIL, 2006), que contribuem para o desenvolvimento das competências descritas acima. Esses temas permitem abordagens de conhecimentos associados a fatos e fenômenos do cotidiano dos estudantes.

De acordo com Pazinato (2012), além dos nove temas estruturadores estabelecidos pelo PCNEM, é recomendado ao professor que selecione outros temas que estejam de acordo com as necessidades da sua comunidade escolar para serem utilizados nas suas aulas.

Neste contexto, o grupo de pesquisa, LAEQUI (Laboratório de Ensino de Química), localizado na UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), vem atuando em diversas linhas de pesquisa da área de ensino de Química, porém, tem dedicado parte de suas investigações a estudos relacionados a fatores que influenciam no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos no nível médio (BRAIBANTE e PAZINATO, 2014). Este grupo já realizou várias pesquisas utilizando temáticas, como por exemplo: Agrotóxicos, Chás, Alimentos, Medicamentos, Saúde bucal, Atmosfera, Esporte, Estética capilar, Lixo eletrônico, Aromas com o intuito de pesquisar a influência desta contextualização na aprendizagem dos estudantes.

Ressaltamos o trabalho desenvolvido por Silva (2013) referente ao modelo atômico de Bohr, que corrobora com essa pesquisa devido à abordagem do tópico das cores. Na pesquisa, a autora explicou, por exemplo, as cores observadas em fogos de artifícios, em pulseiras de festas conhecidas como *lighsticks* através das transições eletrônicas descritas pelo átomo de Bohr. Nesta pesquisa, “Cores” é tratada como temática central.

A abordagem temática se contrapõe à organização por tópicos, geralmente tratados numa sequência, o que permite uma flexibilidade aos conteúdos e interatividade entre eles ao tratar de uma situação problema, a qual exige conhecimentos para sua compreensão e tentativa de buscas de soluções. Os temas

contribuem para um estudo da realidade, enfocando uma situação que tenha significação individual, social e histórica (MARCONDES et al., 2007).

Figura 23 - Abordagem temática



Fonte: Adaptação de MARCONDES et al., (2007).

De acordo com Pazinato e Braibante (2014a); Marcondes (2008), a utilização de temáticas no ensino de Química não é entendida como apenas um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos, trata-se de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade e propor formas de intervir na sociedade. No artigo: “Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania”, Marcondes (2008) destaca que

Os temas escolhidos devem permitir, assim, o estudo da realidade. É importante que o aluno reconheça a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence. Dessa forma, irá dar uma significação ao seu aprendizado, já possuindo, certamente, conhecimentos com os quais vai analisar as situações que a temática apresenta (MARCONDES, 2008, p. 69).

Outros pesquisadores, além dos já citados anteriormente, desenvolveram pesquisas relacionadas à utilização de temáticas no ensino há muito tempo, dentre eles: Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), Freire (1987), Santos e Schnetzler (2010) e outros.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) defendem uma proposta progressista e transformadora para o processo de ensino e aprendizagem, através

da utilização de temáticas no ensino, a qual apresenta como objetivo principal a renovação dos conteúdos no âmbito escolar.

Com isso, é preciso que as escolas repensem sobre a abordagem dos conteúdos científicos que estão sendo desenvolvidos, não no sentido de implementar melhores tecnologias, mas sim, em inserir alternativas simples que chamem a atenção dos estudantes, desafiando-os a buscar algo novo e que será significativo na vida deles (DURAND, 2015). Nesse sentido, o desenvolvimento de conteúdos por meio de temáticas, é uma prática pedagógica que busca favorecer a construção do conhecimento científico.

Desta forma, a temática “Cores”, foco desta pesquisa, é uma proposta interessante para o ensino de Ciências, pois é possível relacionar vários conceitos científicos com diferentes áreas do ensino, como: a Química, a Física e a Biologia. A temática em questão, não é considerada simples de ser abordada em sala de aula, isso talvez explique o motivo de existirem poucas pesquisas referentes à temática no ensino de Ciências.

## 2.2 A ESCOLHA DA TEMÁTICA “CORES”

A cor é apaixonante, tanto para a Ciência como para as Artes, e a sua percepção é uma característica da experiência humana da qual, na realidade, sabemos muito pouco (FERREIRA, 2012). Nesse contexto, acreditamos que pesquisar sobre as “Cores”, além de provocar um encantamento e aguçar a curiosidade suscita questionamentos em relação ao seu conceito, origem e processos, sendo assim, de grande importância, pois colabora para o entendimento do mundo em que vivemos, pois neste há predominância do colorido.

Ao longo dos séculos o homem tem demonstrado grande curiosidade a respeito das cores. É compreensível, uma vez que mais de 80% da informação que recebemos do universo à nossa volta é processado pelo sentido da visão. Mais que qualquer outro animal, o homem é um animal visual (NETO, 2007).

Há mais de 3 milhões de anos, desde as primeiras manifestações de atividade humana, o homem descobriu a cor e continua manipulando-a até os dias atuais, em crescente sentido evolutivo. A cor transformou-se no mais extraordinário meio de projeção de sentimentos, conhecimentos, magia e encantamento. Mas, ainda não era possível definir com precisão o que era a cor. A definição conceitual

só surgiu com a evolução e a conjunção de vários elementos da Óptica física, da Óptica química e da Óptica fisiológica, por volta do século XIX (PEDROSA, 2004).

A aplicação de cores nos vidros, cerâmicas, tecidos e couros está entre as tecnologias mais antigas da humanidade. Os pigmentos e corantes, utilizados eram de origem mineral, vegetal e animal. Os pigmentos minerais eram usados praticamente puros, ou então submetidos a algum processo de purificação, ou usados como calcário, gesso e outros, ou ainda misturados entre si para obter novas cores. Dos corantes orgânicos de origem vegetal e animal três merecem especial atenção: índigo, púrpura e alizarina, mas não eram os únicos corantes (MAAR, 2008).

A temática “Cores” foi escolhida para ser o enfoque desta pesquisa, por ser um ponto de partida para a abordagem de vários conteúdos químicos. Conforme já mencionamos, as cores estão presentes na maioria das coisas com as quais nos deparamos no dia a dia, muitas delas coloridas pelo uso de corantes. O Quadro 3 apresenta alguns dos principais corantes utilizados na antiguidade, sendo que ainda hoje diversos tipos de corantes são empregados para os mais variados fins, como em alimentos, roupas e objetos. Tendo em vista sua importância, os corantes constituem um dos tópicos escolhidos para serem abordados a partir da temática “Cores”, com ênfase para os corantes naturais e artificiais presentes em alimentos.

Os corantes utilizados nos séculos XVI ao XVIII foram essencialmente os corantes conhecidos na antiguidade e trazidos à Europa na Idade Média, em parte extraídos de plantas (MAAR, 2008). No Quadro 3, apresentamos os principais corantes utilizados no século XVIII.

Quadro 3 - Principais Corantes utilizados no século XVIII

(continua)

<b>Cor</b>	<b>Corante</b>	<b>Fonte</b>	<b>Origem</b>
Amarelo	Ramnetina	Frutos de espécies de <i>Rhamnus</i>	Pérsia
Amarelo	Resedá	Folhas, sementes e caule <i>Reseda luteola</i>	Mediterrâneo
Amarelo	Fustete	Madeiras ( <i>Morus</i> , <i>Maclura tinctoria</i> )	América Central e do Sul
		Madeiras de acácia, mimosa e	

(conclusão)

		( <i>Acacia catehu</i> , <i>Acacia suma</i> )	
Vermelho	Carmim	Inseto <i>Kermes ilicis</i>	Mediterrâneo
Vermelho	-	Inseto <i>Coccus lacca</i>	Extremo Oriente
Vermelho	Alizarina	Raiz da garança ( <i>Rubia tinctoria</i> )	Ásia Menor (cultivada na Europa)
Vermelho	Açafrão	Flores de <i>Carthamus tinctorius</i>	Etiópia e Egito até a Índia
Vermelho	Cochonilha	Fêmea do inseto <i>Coccus cacti</i>	México
Azul	Índigo ou Anil	Diversas espécies de <i>indigofera</i>	Ásia (Índia, Indonésia)
Azul	Ísate, isatis	Espécies de <i>Isatis tinctoria</i>	Europa, Ásia (cultivada na Europa)
Violeta	Púrpura	Do caramujo <i>Murex brandaris</i>	Mediterrâneo Oriental
Preto	Pau-campeche	Madeira da árvore <i>Haemotoxylon campechianum</i>	Antilhas, America Central

Fonte: (MAAR, 2008).

Já o tingimento de tecidos, a partir de corantes, surgiu na Índia. Da Índia passou para a Pérsia, Fenícia e Egito. Os antigos sabiam que a mistura de corantes azuis, vermelhos e amarelos produzia novas cores. Alguns tecidos encontrados em cavernas próximas ao Mar Morto foram tingidos com açafrão (amarelo), usando alúmen como mordente (MAAR, 2008).

A púrpura de Tiro, um corante que tingem em várias tonalidades, variando do violeta a vermelho-lilás, era extraído do caramujo *Murex brandaris* que era abundante no Mediterrâneo oriental, esse corante foi muito utilizado, mas para sua obtenção vários caramujos eram necessários (12.000 caramujos para 1,5 g do corante). No ano de 1856, William Perkin, sintetizou o primeiro corante chamado de malveína que apresentava uma cor bem próxima da púrpura, que passou a ser utilizado (MAAR, 2008).

Outra aplicação das cores na antiguidade foi como forma de identificação das tribos. As comunidades tribais pintavam o corpo para rituais com diversas cores, sendo que as mais utilizadas eram o vermelho, o preto e o branco, pelo fato que eram facilmente encontradas. O vermelho era obtido do ocre, um pigmento natural



composto de argila fina e óxido de ferro, o preto era extraído do solo e do carvão, o branco era derivado da argila (WILLS,1997).

Algumas aplicações das cores foram apresentadas anteriormente e sabemos que suas finalidades são diversas. No próximo item elencamos alguns conteúdos científicos que podem ser abordados no Ensino Médio a partir da temática “Cores”.

### 2.2.1 Relação dos conteúdos de Ciências com a temática “Cores”

No estudo da temática “Cores”, observamos muitas possibilidades para a abordagem, pois o campo conceitual que envolve esta temática abrange muitos tópicos da área da Ciência. Nessa pesquisa, relacionamos a temática com as disciplinas de Química, Física e Biologia.

Tendo em vista os conteúdos do Ensino Médio, o Quadro 4 apresenta algumas séries e alguns conteúdos de Química, bem como os de Física e Biologia que podem ser abordados através da temática “Cores”.

Quadro 4 - Alguns conteúdos de Química, Física e Biologia contemplados pela temática

<b>Série</b>	<b>Conteúdos de Química</b>
1 <sup>a</sup>	- Tabela periódica (metais de transição, configuração eletrônica, transição d-d); - Separação de misturas (cromatografia); - Estrutura atômica (átomo de Bohr);
2 <sup>a</sup>	- Soluções (colorimetria visual: absorbância versus concentração); - pH;
3 <sup>a</sup>	- Funções orgânicas; - Diagrama de níveis de energia (Orbital molecular).
<b>Série</b>	<b>Conteúdos de Física</b>
3 <sup>a</sup>	- Óptica e ondulatória (luz, espectro eletromagnético).
<b>Série</b>	<b>Conteúdos de Biologia</b>
2 <sup>a</sup>	- Fisiologia animal (Olho humano, percepção das cores).

Fonte: Autores.

## 2.3 METODOLOGIAS DE ENSINO E A ABORDAGEM TEMÁTICA

A abordagem de conteúdos científicos relacionados à temática “Cores” possibilita a utilização de diferentes metodologias de ensino. Desta forma, devido às diversas possibilidades, optamos em utilizar neste trabalho as oficinas temáticas como principal metodologia de ensino, e aliada à ela, os estudos de casos e as atividades experimentais para a abordagem temática. Neste sentido, a seguir iremos destacar alguns fundamentos e/ou características das proposições metodológicas de ensino utilizadas.

### 2.3.1 Fundamentos e características das oficinas temáticas

Um dos significados da palavra **oficina** remete a ideia de “casa ou local de trabalho” e da expressão **temática** se refere a “assunto ou matéria”, unindo ambos os significados, nos conduz a conceituá-la como “um local que se trabalha algum assunto” (PAZINATO, 2012). Porém, essa proposta metodológica vai além desse conceito, ou seja, apresenta princípios, fundamentos e características.

As oficinas temáticas procuram tratar os conhecimentos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo os estudantes em um processo ativo na construção de seu próprio conhecimento (MARCONDES, 2008; SILVA et al., 2014). Neste sentido, as principais características das oficinas temáticas podem ser resumidas:

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- Abordagem dos conteúdos de Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento;
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos do conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento (SILVA et al. 2014, p. 483).

Portanto, para o desenvolvimento de uma oficina temática, o tema eleito deve permitir a contextualização do conhecimento científico, bem como a escolha de atividades experimentais que auxiliem os estudantes na construção do próprio conhecimento (MARCONDES, 2008; PAZINATO, 2012). Desta forma, os principais alicerces da oficina temática é a contextualização e a experimentação, Figura 24

Figura 24 - Princípios das oficinas temáticas



Fonte: (SILVA et al., 2014).

Para a elaboração de uma oficina temática, primeiramente deve-se escolher um tema e posteriormente são selecionados os conceitos e experimentos que são necessários para a compreensão do mesmo. O tema eleito deve permitir a contextualização do conhecimento científico, levando o estudante a tomar decisões de acordo com a proposta de formação de um cidadão crítico e participativo na sociedade. As atividades experimentais devem ter um caráter predominantemente investigativo, de forma que desenvolvam a curiosidade e permitam ao aluno testar e aprimorar suas ideias. Os conceitos escolhidos devem ser desenvolvidos em um nível de aprofundamento suficiente para o entendimento das situações em estudo e proporcionar uma aprendizagem significativa (MARCONDES et al., 2007; PAZINATO, 2012; PAZINATO e BRAIBANTE, 2014a).

Na Figura 25, estão descritas as etapas para a elaboração das oficinas temáticas.

Figura 25 - Etapas para a elaboração de uma oficina temática



Fonte: Adaptação de PAZINATO e BRAIBANTE (2014a).

As oficinas temáticas podem ser estruturadas, nos três momentos pedagógicos descritos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009): Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

No primeiro momento pedagógico (PI), os estudantes são desafiados a expor o que pensam. Dessa forma, é realizado um levantamento das concepções iniciais dos estudantes sobre o tema em questão, sendo que o principal objetivo é problematizar, fazer com que o estudante sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não apresentam, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. No segundo momento pedagógico (OC), os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados nesse momento, sob a orientação do professor. O terceiro momento

(AC), sugere a reinterpretação do problema inicial, tendo como base os conhecimentos adquiridos na (OC), sendo que várias atividades podem ser desenvolvidas para que os estudantes estejam aptos a aplicar os conhecimentos adquiridos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009).

Nesta pesquisa, desenvolvemos oficinas temáticas com o objetivo de auxiliar os estudantes na aprendizagem de vários conteúdos científicos químicos, bem como estabelecer algumas relações com as disciplinas de Física e Biologia e contextualizados com a temática “Cores”. As oficinas desenvolvidas serão apresentadas no Capítulo 3 e discutidas no Capítulo 4.

### **2.3.2 Fundamentos e características do estudo de casos**

O método de Estudo de Casos é uma variante do método Aprendizado Baseado em Problemas ou Aprendizado Centrado em Problemas, também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL). Esse método teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster localizada na cidade de Ontário no Canadá, no final dos anos sessenta e logo se difundiu por faculdades de medicina de diversos países (PAZINATO e BRAIBANTE, 2014b; SÁ e QUEIROZ, 2009; SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

Esse método foi desenvolvido com o intuito de colocar os alunos em contato com problemas reais, com o objetivo de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos. Ele apresenta como característica principal enfatizar o aprendizado autodirigido, centrado no estudante, que passa a ser o principal responsável pelo seu aprendizado (SÁ e QUEIROZ, 2009).

Atualmente, estão sendo empregadas variações do método PBL, adaptados a contextos educacionais diversos que abarcam outros cursos, outros níveis de ensino, não somente nível superior. O método tem sido utilizado com estratégia educacional parcial, em disciplinas isoladas, e até mesmo em partes de disciplinas. O uso de estudo de casos vem se tornando frequente no ensino superior, nas áreas de Química, Física e Biologia.

De acordo com Sá e Queiroz (2009), a maioria das variações existentes do método de Estudo de Casos cumprem três etapas:

Identificar e definir o problema;  
 Acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema;  
 Apresentar a solução do problema (SÁ e QUEIROZ, 2009, p. 12).

O Estudo de Casos é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variada. Para que possam ser utilizados os Estudo de Casos, é necessário que o professor tenha acesso a casos prontos ou que ele mesmo produza. Desta forma, algumas recomendações devem ser seguidas, para a elaboração de um “bom caso” conforme propõe Sá e Queiroz (2009):

- **Deve ter utilidade pedagógica:** deve ser útil para o curso e para os estudantes;
- **É relevante ao leitor:** os casos escolhidos devem envolver situações que possivelmente os estudantes saibam enfrentar. Isso melhora o fator de empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar;
- **Desperta o interesse pela questão:** para que um caso pareça real, deve descrever uma drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida;
- **Deve ser atual:** deve tratar de questões atuais, que levem o estudante a perceber que o problema é importante;
- **É curto:** os casos devem ser suficientemente longos para introduzir um fato, mas não tão longos que possam provocar uma análise tediosa;
- **Provoca um conflito:** a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso;
- **Cria empatia com os personagens centrais:** as características escolhidas para os personagens devem influenciar na tomada de decisões;
- **Força uma decisão:** deve haver urgência e seriedade envolvida na solução dos casos;
- **Tem generalizações:** deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para uma curiosidade apenas.
- **Narra uma história:** com desfecho no seu final;
- **Inclui 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 (SÁ e QUEIROZ, 2009, p. 20).

Após o processo de elaboração dos casos, a próxima etapa é a formulação de questões a seu respeito. As questões devem ser elaboradas considerando os objetivos esperados com a aplicação do caso: os conteúdos científicos que serão estudados, as habilidades e as atitudes que serão desenvolvidas e outros (SÁ e QUEIROZ, 2009).

Os casos buscam desenvolver nos estudantes uma maneira de pensar com relação à tomada de decisões referente às questões sociais, ambientais, econômicas e éticas, de forma a associar os conhecimentos científicos com a prática apresentada através dos casos. Serra e Vieira acrescentam que:

A utilização de estudo de casos possibilita maior interatividade do que uma aula tradicional. Embora as aulas expositivas sejam necessárias, o método de estudo de casos reforça a aprendizagem, ao estimular, por meio da discussão, que os estudantes tirem suas próprias conclusões (SERRA e VIEIRA, 2006, p. 16-17).

Neste trabalho, tendo como objetivo promover debates e discussões com relação à utilização de corantes artificiais em alimentos foi elaborado e aplicado aos estudantes estudo de casos. Os casos utilizados nesta pesquisa serão descritos no Capítulo 3 e a análise e discussões dos resultados dos mesmos serão apresentados no Capítulo 4.

### **2.3.3 Características das atividades experimentais**

Ainda hoje, muitas críticas são realizadas ao ensino tradicional quanto à participação passiva do aprendiz que é tratado como mero ouvinte das informações transmitidas pelo professor. Trevisan (2012) aponta que desde a segunda metade do século XX, a experimentação passou a ser consolidada como uma estratégia de ensino, tendo como finalidade, tornar as aulas mais interessantes, melhorando a aprendizagem dos estudantes.

Suart (2014) destaca que a experimentação é um recurso pedagógico que contempla diversas habilidades, principalmente cognitivas. Mas muitos professores ainda utilizam de maneira inadequada, desvalorizando seus aspectos cognitivos e privilegiando, muitas vezes, somente seu caráter motivador.

A realização das atividades experimentais para o Ensino Médio vem sendo altamente criticada por diversos pesquisadores de Ciências, nos últimos anos, em função das inúmeras falhas apresentadas no seu desenvolvimento no meio escolar, como por exemplo, atividades meramente roteiristas, desvinculadas da teoria, ou ainda, focadas apenas na comprovação de conteúdos, ou como algo divertido (SUART e MARCONDES, 2009).

Para Oliveira (2010), as atividades experimentais podem ser classificadas em três tipos: atividades de demonstração, de verificação e de investigação. As atividades experimentais demonstrativas são aquelas nas quais o professor realiza o experimento enquanto os estudantes apenas observam os fenômenos ocorridos. Já as atividades experimentais de verificação são aquelas empregadas com a

finalidade de se verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. E as atividades investigativas, representam um tipo de estratégia que permite que os estudantes ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo.

Oliveira (2010) ainda destaca que as aulas experimentais podem ser empregadas com diferentes objetivos e fornecer diversas e importantes contribuições para o ensino e a aprendizagem. Algumas das possíveis contribuições das atividades experimentais são:

- 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;
- Aprimorar habilidades manipulativas.

As atividades experimentais propostas nesta pesquisa visam contribuir para o melhor entendimento da temática “Cores”, bem como para a participação ativa dos estudantes. As práticas experimentais desenvolvidas no decorrer das intervenções, serão descritas no próximo capítulo, que descreve o procedimento metodológico da pesquisa.



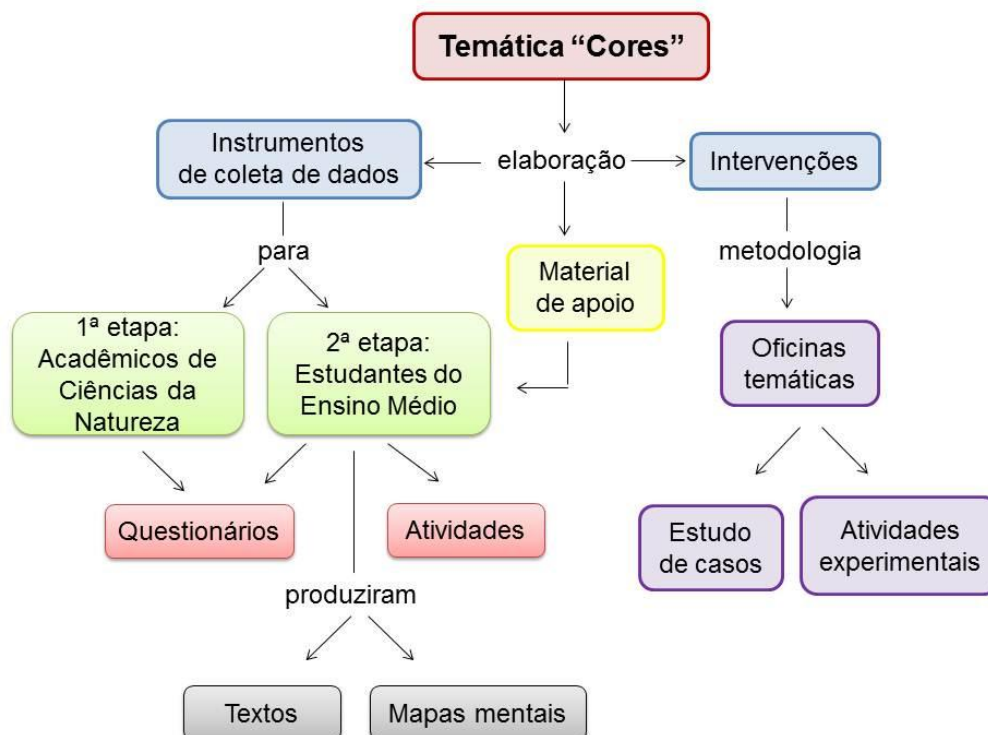
### **CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

A pesquisa apresentada neste capítulo é de caráter predominantemente qualitativo. Conforme Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa é caracterizada por apresentar o ambiente natural como sua fonte direta de dados, o pesquisador como seu principal instrumento, os dados coletados são predominantemente descritivos e a preocupação com o processo é maior que o produto. Para Moreira (2011a), o interesse dessa pesquisa está na interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através da observação participativa do pesquisador.

Desta forma, na 1ª etapa desta pesquisa, investigamos as concepções de acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza sobre a temática “Cores” e os processos de ensino e aprendizagem. Posteriormente, na 2ª etapa, buscamos investigar se a temática “Cores” contribuiu na aprendizagem dos conceitos científicos da Ciência através da utilização de metodologias diferenciadas.

Para auxiliar no entendimento das etapas percorridas por essa pesquisa, elaboramos o esquema (Figura 26) que ilustra resumidamente o que foi desenvolvido a partir da temática “Cores”.

Figura 26 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autores.

### 3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada em duas etapas, com diferentes sujeitos envolvidos em cada etapa. A 1ª etapa desta pesquisa foi desenvolvida com 68 acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza dos 2º, 4º e 6º semestres, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), do Campus de Dom Pedrito/RS, em que foi aplicado um questionário investigativo relacionado à temática “Cores” e aos processos de ensino e aprendizagem (Apêndice A). O objetivo principal desse estudo foi analisar as concepções dos acadêmicos sobre a temática, seus conhecimentos científicos relacionados à mesma, bem como conhecer suas visões sobre os aspectos relativos aos processos de ensino e aprendizagem, como a utilização de temáticas, interdisciplinaridade, atividades experimentais e outros.

Esta etapa da pesquisa foi importante para a verificação da relevância da temática no ensino, bem como para a análise das lacunas que os acadêmicos

apresentavam em termos de conhecimentos científicos relacionados à temática “Cores” proposta.

A 2ª etapa desta pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi, localizada no bairro Jucelino Kubitschek, na cidade de Santa Maria/RS, estruturada e baseada na 1ª etapa. Essa etapa foi desenvolvida no período de abril a agosto de 2015, e contou com a participação de duas turmas de 3ª série do Ensino Médio do noturno. As duas turmas participaram das intervenções em que foram utilizadas oficinas temáticas e diferentes estratégias de ensino para a abordagem da temática “Cores”.

A escola em que foram realizadas as intervenções conta com 1672 alunos e 92 professores. A estrutura física da escola é muito boa e organizada. O laboratório de Ciências, em que foram realizadas as intervenções é simples, porém, apresenta bancadas para a realização das práticas experimentais e uma grande variedade de vidrarias e reagentes. Todas as intervenções foram realizadas no laboratório, pois permite a realização das práticas experimentais, bem como de aulas teóricas com o auxílio do projetor multimídia.

A professora regente da turma possui formação em Química Licenciatura pela UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Em todas as intervenções realizadas na escola ela participou e auxiliou no desenvolvimento das atividades.

Dentre os participantes envolvidos nesta pesquisa, do total de 68 acadêmicos da 1ª etapa da pesquisa, 53 (78%) eram do gênero feminino e 15 (22%) do gênero masculino e na 2ª etapa da pesquisa, 22 (75,90%) eram do gênero feminino e 7 (24,10%) eram do gênero masculino.

No Quadro 5, está representado as etapas da pesquisa, os objetivos, os sujeitos participantes e a faixa etária.

Quadro 5 - Sujeitos participantes das duas etapas da pesquisa

(continua)

<b>Etapas da pesquisa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Sujeitos participantes</b>	<b>Faixa etária</b>
	Investigar as concepções dos acadêmicos sobre a		

(conclusão)

1ª	temática “Cores” e aspectos relacionados aos processos de ensino e aprendizagem.	68	17 e 68 anos
2ª	Investigar a aprendizagem dos estudantes através da temática “Cores” utilizando diferentes metodologias de ensino.	29	16 a 24 anos

Fonte: Autores.

### 3.2 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Na 1ª etapa desta pesquisa, em que os sujeitos eram acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, o instrumento de coleta de dados foi um questionário investigativo, que apresenta afirmativas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem, questões objetivas e descritivas (Apêndice A). Já na 2ª etapa desta pesquisa, que foi realizada com estudantes da 3ª série do Ensino Médio foram utilizados vários tipos de instrumentos, como: questionários investigativos, atividades, produções textuais e elaboração de mapas mentais.

O questionário investigativo utilizado na 1ª etapa deste estudo teve como principal objetivo detectar as concepções dos acadêmicos sobre a temática “Cores”, bem como os aspectos relacionados aos processos de ensino e aprendizagem. Esse instrumento investigativo foi de grande valia, pois contribuiu para validar a temática “Cores” que foi abordada no Ensino Médio.

Os questionários pré e pós utilizados na 2ª etapa da pesquisa e os outros meios de coletas de dados, como as atividades descritivas, ilustrativas e mapas mentais permitiram analisar o avanço dos conhecimentos científicos adquiridos pelos estudantes relacionados à temática.

Os textos elaborados pelos estudantes, no formato de cartas como resposta aos casos, foram importantes para verificarmos as interpretações, ideias e opiniões dos estudantes quanto ao assunto que estava envolvido no caso.

### 3.3 INTERVENÇÕES DESENVOLVIDAS

A primeira intervenção foi realizada com acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza de diferentes semestres do curso. Os professores responsáveis pelas disciplinas de Metodologia e Pesquisa no Ensino de Ciências (2º semestre), Química Analítica (4º semestre) e Física dos Seres Vivos (6º semestre) disponibilizaram uma de suas aulas e aplicaram o instrumento investigativo. As demais intervenções foram desenvolvidas em duas turmas de 3ª série do Ensino Médio e ocorreram em encontros quinzenais. O tempo disponibilizado para a aplicação das intervenções foram os períodos da disciplina de Química, que correspondia a 2 horas/aula para cada turma. O horário definido para aplicação desta pesquisa foi nas segundas-feiras, das 19 h às 20:30 hs com a primeira turma e das 21:15 hs às 22:30 hs com a segunda turma.

Para facilitar e auxiliar no entendimento das atividades realizadas tanto na Universidade quanto no Ensino Médio, o Quadro 6 apresenta de forma resumida as etapas desta pesquisa, bem como as intervenções que foram realizadas, atividades desenvolvidas e o tempo de duração de cada intervenção.

Quadro 6 - Etapas das intervenções

(continua)

<b>Etapas da pesquisa</b>	<b>Intervenções</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Duração</b>
<b>1ª etapa</b>	1 - Investigação das concepções dos acadêmicos.	- Questionário.	1 hora/aula
<b>2ª etapa</b>	2 - Apresentação da temática "Cores".	- Apresentação da abordagem temática; - Explicação das regras dos mapas mentais; - Elaboração do 1º mapa mental.	2 horas/aula
	3 - Oficina temática: "Aspectos Gerais e Químicos das Cores".	- Questionário inicial da 1ª oficina; - Atividade experimental: "Decomposição da luz branca"; - Relação da temática com	6 horas/aula

(conclusão)

		- Atividade experimental: “Investigando a Química presente nas cores”; - Questionário final 1ª oficina.	
	4 - Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”.	- Elaboração do 2º mapa mental; - Questionário inicial da 2ª oficina; - Apresentação teórica sobre a parte 1: Corantes naturais em alimentos; - Atividade experimental com corantes naturais; - Apresentação teórica sobre a parte 2: Corantes Artificiais em alimentos; - Resolução dos estudos de casos; - Elaboração do 3º mapa mental; - Questionário final da 2ª oficina.	10 horas/aula
	5 - Encerramento das atividades	- Avaliação sobre as intervenções desenvolvidas.	1 hora/aula

Fonte: Autores.

### 3.3.1 Investigação das concepções dos acadêmicos

A 1ª etapa desta pesquisa foi realizada com acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza com o propósito de investigar as suas concepções sobre conceitos científicos envolvendo a temática “Cores” e também a relação da mesma com o ensino de Ciências. Além disso, buscou-se analisar as ideias que os acadêmicos apresentam em relação aos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem, já que os mesmos serão futuros professores. Conforme Matos e colaboradores (2013), as concepções podem informar a maneira como as pessoas percebem, avaliam e agem com relação a um determinado fenômeno.

O interesse em realizar esse estudo com acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza surgiu a partir da relação da temática “Cores” com as diferentes áreas das Ciências: Química, Física e Biologia. Com isso, os acadêmicos

responderam um questionário investigativo que era composto por afirmativas, questões objetivas e descritivas (Apêndice A).

Na primeira parte do questionário, composta por afirmativas referente ao processo de ensino e aprendizagem, os acadêmicos deveriam ler as afirmativas e assinalar uma alternativa que correspondesse a sua opinião sobre o conteúdo das mesmas. Para isso, foram utilizados os códigos **I**, **PR**, **R**, **GR**, que se referem respectivamente a Irrelevante, Pouco Relevante, Relevante e de Grande Relevância e posteriormente deveriam argumentar sua escolha.

Já as questões objetivas do questionário eram referentes ao tema “Cores” e envolviam alguns conceitos científicos, tais como: luz, espectro eletromagnético, energia e comprimento de onda. Estas questões foram elaboradas, a fim de avaliar se os acadêmicos que já estudaram esses conceitos de fato os compreenderam. Em cada questão a alternativa escolhida deveria ser justificada.

Por fim, a terceira parte do instrumento investigativo era constituída por questões descritivas, em que buscamos analisar as ideias dos acadêmicos de Licenciatura em relação à temática, ao ensino de Química e ao ensino interdisciplinar das Ciências: Química, Física e Biologia, bem como suas ideias, enquanto futuros professores de Ciências, a respeito da utilização da temática “Cores” para explicar determinados conceitos/conteúdos de Química.

Os resultados obtidos no questionário investigativo da 1ª etapa desta pesquisa serão apresentados e discutidos no Capítulo 4.

### **3.3.2 Apresentação da temática “Cores”**

A partir da Intervenção 2, a temática “Cores”, foco desta pesquisa, começou a ser trabalhada no Ensino Médio com duas turmas de 3ª série. A escolha por abordar a temática nessas turmas, foi devido aos conhecimentos científicos necessários para a sua compreensão, sendo que, alguns são estudados somente na última série do Ensino Médio. Outros conteúdos relacionados à temática que envolvia outras séries do Ensino Médio foram estudados como forma de revisão.

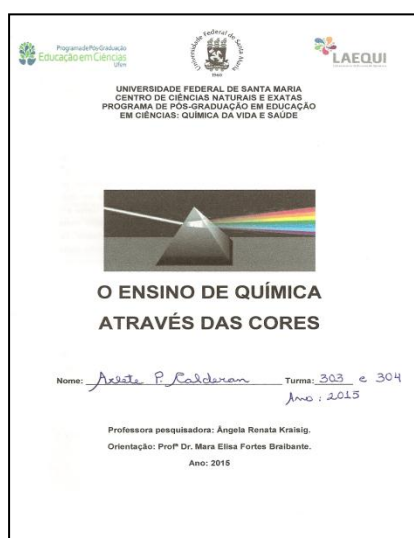
Inicialmente, foi apresentada aos estudantes a temática “Cores” que seria foco de estudo dos nossos encontros. Posteriormente, apresentamos as regras para a elaboração de mapas mentais e solicitamos que cada estudante confeccionasse o seu mapa baseado na temática proposta. Os mapas mentais tinham como objetivo

principal detectar o que surgia na mente de cada estudante, ou seja, suas lembranças, relacionadas à palavra “Cores”.

No Capítulo 4, iremos descrever sobre os mapas mentais, suas regras, bem como apresentar os mapas mentais que foram elaborados pelos estudantes no início, meio e fim do desenvolvimento da pesquisa. Os mapas mentais foram elaborados em diferentes estágios da aplicação das intervenções, para que o pesquisador pudesse averiguar se os estudantes conseguiam relacionar a temática com os conhecimentos científicos que haviam sido abordados.

Nesta intervenção 2, foi ainda disponibilizado para os estudantes o material de apoio (Apêndice B). Na Figura 27, está representada a capa do material que elaboramos para ser utilizado durante as intervenções. Esse material foi construído no decorrer da pesquisa e tinha como função servir como fonte de pesquisa para os estudantes, além de apresentar espaços para suas anotações.

Figura 27 - Material de apoio disponibilizado para os estudantes



Fonte: Autores.

O material intitulado, “O Ensino de Química através das Cores” recebeu essa denominação, pois o foco deste estudo foi o ensino de Química. Sabemos que para a compreensão da temática “Cores” outros assuntos, de outras áreas do conhecimento como: a Física e a Biologia são extremamente necessários, sendo,



também abordados nas intervenções e no material disponibilizado para os estudantes.

### **3.3.3 Oficina temática: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores”**

A terceira intervenção desenvolvida na escola foi à oficina temática intitulada: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores”, que ocorreu em vários encontros, totalizando 6 horas/aula em cada turma. A presente oficina teve como objetivos:

- Introduzir o estudo referente à temática “Cores”;
- Abordar o experimento de Newton sobre as cores;
- Relacionar a presença de luz com as cores;
- Compreender como ocorre a percepção das cores;
- Auxiliar os estudantes a interpretar o espectro eletromagnético e também o disco de cores;
- Abordar a cor em corantes orgânicos;
- Compreender a existência e inexistência de cor em elementos do bloco d da tabela periódica;
- Realizar experimentos para auxiliar na compreensão dos diversos assuntos abordados na oficina.

No Capítulo 2, O ensino de Ciências por meio da temática “Cores”, foi apresentado os fundamentos gerais e as características de uma oficina temática. Com base nesta fundamentação, apresentamos a primeira oficina, “Aspectos Gerais e Químicos das Cores” considerando os três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009).

#### **1º Momento pedagógico – Problematização inicial**

Inicialmente, aplicamos um questionário investigativo para os estudantes contendo questões pessoais, de opinião e relacionadas à temática “Cores” que envolviam conhecimentos científicos, como: luz, espectro eletromagnético e outros (Apêndice C). Em seguida, com o auxílio do projetor multimídia apresentamos um slide com imagens coloridas e discutimos sobre a presença da cor no nosso cotidiano, nos objetos, na natureza, na Química entre outros (Figura 28).

Figura 28 - Slide apresentado na problematização inicial



Fonte: Autores.

Ainda no primeiro momento, os estudantes realizaram a primeira atividade experimental, denominada: “Decomposição da luz branca” (KRAISIG e BRAIBANTE, 2015), em que utilizaram um prisma de vidro óptico e um espectroscópio caseiro (Figura 29). Para a realização dessa atividade experimental a presença de luz foi indispensável, para a visualização das cores.

Figura 29 - Prisma de vidro óptico e espectroscópio caseiro



Fonte: Autores.

O prisma de vidro óptico, utilizado no experimento foi adquirido através de um site da internet e o espectroscópio foi construído com materiais de fácil acesso: caixa de papelão (sabão em pó, cereais), fita isolante, fita crepe e um CD.

Para a confecção do espectroscópio foi necessário fazer duas fendas, em extremidades opostas da caixa, sendo que uma delas é para a entrada da luz (fenda

de aproximadamente 5 milímetros de espessura) e a outra fenda, no formato de um quadrado, para fixar uma parte do recorte de CD (visor), conforme a Figura 30. O principal elemento do espectroscópio é a rede de difração do CD e para a visualização dessa difração, é preciso recortar uma parte de CD e retirar dele a película refletiva, que está aderida em um dos lados.

Figura 30 - Formato do CD para ser fixado na fenda



Fonte: Autores.

Após o CD ser inserido na fenda, a caixa de papelão deve ser vedada totalmente com fita isolante, exceto as fendas de entrada de luz e a que está inserido o CD (visor). O espectroscópio caseiro utilizado nessa prática experimental foi previamente construído pela pesquisadora.

A prática experimental, “Decomposição da luz branca”, consistia em direcionar cada um dos instrumentos, prisma e espectroscópio sobre uma lâmpada fluorescente e observar as diferentes cores formadas. Nessa atividade os estudantes deveriam anotar a ordem das cores que visualizaram com os dois instrumentos para, posteriormente, elaborar o seu disco de cores (Apêndice D) (Figura 31).

Figura 31 - Disco de cores elaborado pelos estudantes



Fonte: Autores.

A ideia da elaboração do disco de cores foi para permitir uma melhor compreensão dos assuntos que seriam abordados na organização do conhecimento, sendo que cada cor varia com o comprimento de onda, frequência e energia.

### **2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento**

Nesse momento, os seguintes assuntos relacionados à Ciência (Química, Física e Biologia) que envolve a temática “Cores” foram explorados:

- Experimento de Newton sobre as cores;
- Relação da luz para a visualização das cores;
- Cones e bastonetes presentes no olho humano;
- Espectro eletromagnético (comprimento de onda, frequência, energia);
- Disco de cores (cor absorvida e cor refletida);
- Corantes orgânicos (cromóforos e auxocromos);
- Diagrama de níveis de energia;
- Tabela periódica (elementos do bloco d).

### **3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento**

Para a aplicação do conhecimento, propomos duas atividades experimentais, com a finalidade de auxiliar os estudantes na compreensão dos assuntos estudados e também para estimular a participação ativa dos mesmos durante as atividades.

Na problematização inicial, os estudantes realizaram a primeira atividade experimental, denominada “Decomposição da luz branca”, portanto, a segunda e a terceira atividades experimentais foram, juntas, intituladas “Investigando a Química presente nas Cores” e foram realizadas no terceiro momento desta oficina.

Para a realização da segunda atividade experimental, foi necessário construir um instrumento para a visualização de cores utilizando alguns materiais de fácil acesso presentes no nosso cotidiano: caixa de sapato, isopor, CD e fita adesiva.

A construção desse instrumento consistia em fazer duas fendas paralelas, uma maior (abaixo) e outra menor (acima) em uma das laterais menores da caixa de sapato. O isopor foi utilizado para fixar o CD no interior da caixa, sendo que a parte gravável deve estar voltada para as fendas (Figura 32). O instrumento utilizado nessa atividade foi previamente construído pela pesquisadora.

Figura 32 - Instrumento utilizado na segunda atividade experimental



Fonte: Autores.

Para a realização desta atividade experimental, Figura 33, além do instrumento descrito anteriormente, foi preciso utilizar uma lanterna, como fonte de luz e algumas amostras. Desta forma, a fim de abordar alguns conhecimentos de Química, selecionamos algumas amostras de soluções de íons de metais de transição:  $\text{Ni}^{2+}$  (verde),  $\text{Cu}^{2+}$  (azul),  $\text{Co}^{2+}$  (vermelho) e também  $\text{Zn}^{2+}$  (incolor).

Figura 33 - Materiais e amostras utilizados no segundo experimento



Fonte: Autores.

Nessa atividade, os estudantes colocaram no interior do instrumento confeccionado, uma amostra por vez, entre as fendas e o CD e inseriram a lanterna na fenda inferior, fazendo com que a luz branca incidisse sobre a amostra. Através da fenda superior eles conseguiram verificar no CD a cor que mais se destacou. Por exemplo: A amostra de coloração vermelha apresentou no CD várias cores, porém a cor que mais se destacou foi a verde, referente aos comprimentos de onda que foram absorvidos pela amostra, ou seja, a cor complementar. A Figura 34 mostra a realização da atividade experimental.

Figura 34 - Realização da segunda prática experimental



Fonte: Autores.

Na última atividade experimental dessa oficina utilizamos 6 amostras de corantes alimentícios vermelho e verde, que foram preparadas utilizando béqueres de 50 mL contendo cada um 30 mL de água. Os corantes foram adicionados em cada béquer em diferentes quantidades conforme o Quadro 7. Foi necessário também raios *lasers* de feixes de luz vermelho e verde.

Quadro 7 - Número de amostras e de gotas dos corantes utilizados

<b>Número de amostras de cada corante</b>	<b>Número de gotas de cada corante</b>
1	1
2	3
3	6
4	9
5	12
6	15

Fonte: Autores.

Para a realização dessa prática experimental, os estudantes deveriam direcionar os feixes de luz dos *lasers* vermelho e verde nas diferentes amostras de corantes. Essa prática permitiu a visualização da absorção seletiva, ou seja: corante de cor vermelha absorve somente os comprimentos de onda da luz do *laser* verde, ou seja, da sua cor complementar e que o oposto ocorre com o corante de cor verde. Nessa prática, os estudantes também conseguiram visualizar que com o aumento do número de gotas dos corantes nas amostras, maior foi a quantidade do feixe de luz da cor complementar absorvido, perceberam que com a variação da concentração da amostra variava a quantidade de luz absorvida. A Figura 35 mostra a realização do terceiro experimento.

Figura 35 - Realização da terceira atividade experimental



Fonte: Autores.

As três atividades experimentais realizadas durante essa oficina apresentam características de uma atividade investigativa (OLIVEIRA, 2010), pelo fato que os estudantes receberam os instrumentos, vidrarias e amostras para realizar as atividades e não seguiram nenhum roteiro pronto. Nessas atividades os estudantes, realizaram testes, participaram de forma ativa e discutiram os resultados encontrados.

Na perspectiva de Suart e Marcondes (2008) as atividades de caráter investigativo permitem aos estudantes:



Que estes construam suas explicações para a compreensão do fenômeno, estabelecendo relações entre os dados e fatos químicos observados. Pode-se oferecer ao aluno a oportunidade de pensar sobre o problema, resolvê-lo através da experimentação, relatar e discutir suas ideias, que poderão contribuir para o processo de conceituação do fenômeno químico (SUART; MARCONDES, 2008, p.2).

Para finalizar a aplicação da primeira oficina, os estudantes responderam a um questionário final (Apêndice E), semelhante ao inicial, relacionados aos assuntos abordados durante as intervenções.

### **3.3.4 Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”**

A última intervenção que foi desenvolvida na escola foi à oficina temática: “Corantes naturais e artificiais em alimentos”, que teve duração de 10 horas/aula em cada turma. Para essa oficina, foram necessários cinco encontros para sua realização. Os principais objetivos dessa oficina foram:

- Revisar os assuntos abordados na oficina anterior com ênfase nos corantes presentes em alimentos;
- Explicar as principais funções orgânicas e apresentar algumas estruturas de corantes naturais e artificiais para a identificação das funções que haviam sido estudadas;
- Apresentar as principais classes de corantes naturais, bem como dos corantes artificiais que são permitidos para uso em alimentos e bebidas no Brasil;
- Realizar atividades experimentais relacionadas aos corantes naturais;
- Desenvolver nos estudantes a criticidade, a tomada de decisão através da aplicação de estudo de casos relacionados aos corantes artificiais em alimentos.

A seguir, apresentaremos a organização da oficina temática “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”, a qual ocorreu em duas etapas: a primeira, relacionada aos corantes naturais, e a segunda, aos corantes artificiais presentes em alimentos. Essa oficina foi estruturada da mesma forma que a anterior, seguindo os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009).

## 1º Momento pedagógico – Problematização inicial

Para dar início a segunda oficina: “Corantes naturais e artificiais em alimentos”, os estudantes confeccionaram o segundo mapa mental, relacionado à temática foco desta pesquisa e também responderam a um questionário prévio (Apêndice F) relativo aos corantes naturais e artificiais. Algumas questões do instrumento investigativo eram pessoais relacionadas ao uso de corantes em alimentos e outras eram teóricas relacionadas às funções orgânicas presente nas estruturas dos corantes.

Posteriormente, com o auxílio do projetor multimídia, iniciamos a apresentação da oficina temática. Neste primeiro momento, apresentamos um slide com várias imagens de alimentos para a realização da problematização inicial (Figura 36).

Figura 36 - Slide da problematização inicial



Fonte: Autores.

Através da apresentação deste slide, discutimos sobre a existência dos dois tipos de corantes, de origem natural, que apresenta como fonte principal os alimentos naturais: frutas, legumes entre outros, bem como os corantes artificiais,

que são sintetizados em laboratório. Ainda, destacamos que a principal função de ambos os corantes é conferir cor, em alimentos e bebidas.

## **2º Momento Pedagógico – Organização do conhecimento**

Nesse momento, foram abordados alguns assuntos e conhecimentos científicos para a compreensão da oficina temática:

### **1ª parte: Corantes naturais**

Revisão da primeira oficina:

- Espectro eletromagnético (região do visível);
- Corantes orgânicos (cromóforos e auxocromos);
- Diagrama de níveis de energia.

Outras abordagens:

- Funções orgânicas;
- Classificação dos principais corantes naturais;
- Estabilidade dos corantes naturais;
- Geometria molecular e polaridade;
- Cromatografia em coluna.

### **2ª parte: Corantes artificiais**

- Aditivos químicos (corantes artificiais);
- Classificação dos corantes artificiais;
- Funções orgânicas.

## **3º Momento pedagógico – Aplicação do conhecimento**

### **1ª parte: “Corantes naturais em alimentos”**

A aplicação do conhecimento foi realizada inicialmente para a primeira parte da oficina, “Corantes naturais em alimentos”, em que duas atividades experimentais foram desenvolvidas.

As atividades experimentais realizadas foram denominadas “Extração e separação de corantes naturais”. Na primeira atividade experimental, os estudantes

receberam seis amostras já previamente preparadas de corantes naturais obtidos da: cenoura, beterraba, couve, pimentão verde, pimentão amarelo e repolho roxo e também cinco amostras de solventes de diferentes polaridades: água, acetona, etanol, hexano e dicloroetano.

O objetivo dessa atividade experimental foi realizar a extração dos corantes naturais utilizando diferentes solventes, sendo que após o desenvolvimento da prática os estudantes deveriam descrever suas conclusões (Apêndice G). A Figura 37 apresenta a primeira prática experimental desenvolvida.

Figura 37 - Realização da primeira prática experimental



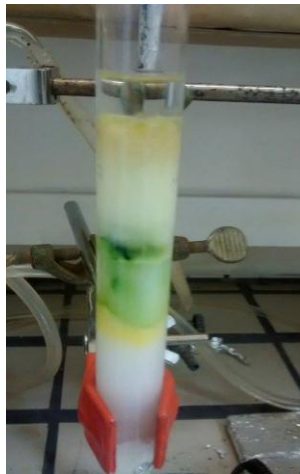
Fonte: Autores.

Através da realização dessa prática experimental foi possível que os estudantes conseguissem visualizar que:

- Os solventes polares extraíam melhor os corantes das amostras;
- Os solventes apolares (hexano e dicloroetano) não extraíam ou extraíam pouco corantes das amostras.

Na segunda atividade experimental realizada, foi preparada uma coluna para demonstrar a separação dos corantes naturais da couve. A coluna foi preenchida com sílica (fase estacionária) e foram utilizados os solventes, hexano e acetona como fase móvel. Na Figura 38 está representada a segunda prática experimental que foi realizada de forma demonstrativa para as turmas.

Figura 38 – Coluna de separação



Fonte: Autores.

Essa atividade teve como objetivo principal, demonstrar que a couve apesar de apresentar a coloração verde, que é devido à presença de grande quantidade do corante natural clorofila, ela também pode apresentar outros corantes, como no caso de coloração amarela, que são conhecidos como carotenoides. Nessa atividade experimental, foi possível visualizar a separação dos corantes presentes na couve, pelas diferentes colorações na coluna.

As duas atividades experimentais realizadas nesta oficina foram realizadas de maneiras distintas. A primeira prática que foi realizada com os corantes naturais apresentou caráter investigativo. Nessa atividade os estudantes receberam as amostras de corantes previamente preparadas e solventes de diferentes polaridades e tiveram que testar a solubilidade. De acordo com as ideias de Oliveira (2010), nesse tipo de atividade experimental, os estudantes realizam testes, participam de forma ativa, analisam e também discutem os resultados.

A segunda prática experimental foi desenvolvida através da utilização de cromatografia em coluna, em que o professor demonstrou e explicou a separação dos corantes presentes na couve para a turma. Conforme ressalta Oliveira (2010) o papel do estudante nesse tipo de atividade é de observador, enquanto o professor executa a atividade. As atividades experimentais demonstrativas são em geral utilizadas para ilustrar um determinado assunto abordado em aula, tornando-o mais perceptível aos estudantes.

## 2ª parte: “Corantes artificiais em alimentos”

Na aplicação do conhecimento, referente à segunda parte dessa oficina foi entregue aos estudantes dois casos, cada um apresentava uma estória fictícia. Um dos casos, denominado “Sintomas alérgicos”, narrava a consulta médica de Maria Valentina e o outro, denominado “Lote de gomas”, narrava sobre a entrega de um lote de gomas alterado no mercado do Sr. Jaca. No Quadro 8 está descrito o estudo de caso “Sintomas alérgicos e no Quadro 9 está descrito o estudo de caso “Lote de gomas”.

### Quadro 8 - Estudo de caso “Sintomas alérgicos”

(continua)

#### Sintomas alérgicos

Maria Valentina reside na cidade de Ijuí/ RS e é proprietária do mercado “Avenida”, onde trabalha toda a semana. Sua alimentação não é das melhores e ultimamente tem sentido alguns sintomas alérgicos. Preocupada com os sintomas que vem sentindo, Maria Valentina decidiu procurar um médico especialista e marcou uma consulta. Ao chegar ao consultório, Dr. Flávio lhe fez algumas perguntas:

- Olá, Maria Valentina. Soube que está com alguns sintomas de alergia, estou certo?

- Olá Dr. Flávio, isso mesmo... Estou preocupada com essas manchas no meu corpo.

- Ok. Como está sua alimentação? O que você costuma comer?

- Ultimamente não tenho me alimentado muito bem, pelo fato de estar trabalhando muito. Tenho consumido muito doce, adoro comer gomas, marshmallow e amendoim açucarado, e muitas vezes troco o almoço por isso.

- Maria Valentina, isso não está certo. Você precisa se alimentar melhor. Você precisa de alimentos nutritivos e não recomendo o consumo destes doces industrializados. É necessário que você faça um exame para identificarmos a causa da sua alergia com urgência.

- Certo Dr. Flávio.

Resultado do exame médico:

**Paciente:** Maria Valentina Machado. **Idade:** 25 anos. **Peso:** 65 Kg.

Substâncias	Laudos: ( + ) alergia positiva; ( - ) alergia negativa
<b>Tartrazina</b>	( + )
<b>Amarelo crepúsculo</b>	( + )
<b>Azorrubina</b>	( - )
<b>Amaranto</b>	( - )

(conclusão)

<b>Ponceau 4R</b>	<b>( - )</b>
<b>Vermelho 40</b>	<b>( - )</b>
<b>Azul Patente V</b>	<b>( - )</b>
<b>Azul Indigotina</b>	<b>( - )</b>
<b>Azul Brilhante</b>	<b>( - )</b>
<b>Verde Rápido</b>	<b>( - )</b>
<b>Eritrosina</b>	<b>( - )</b>

Vocês são amigos de Maria Valentina e precisam ajudá-la a interpretar seu exame médico. Para isso, produza uma carta resposta, de no máximo 30 linhas. A seguir, são sugeridas questões para auxiliá-los na escrita da carta.

**\*Utilize o material de apoio.**

- Quais são os ingredientes presentes nos doces que Maria Valentina costumava comer?
- As substâncias que causaram alergia em Maria Valentina são utilizadas nos doces para qual finalidade?
- Através do resultado do exame, o que foi possível constatar?
- Pesquise e cite outras consequências das substâncias que causaram a alergia em Maria Valentina. Dê sua opinião quanto ao uso dessas substâncias em alimentos.

Fonte: Autores.

**Quadro 9 - Estudo de caso “Lote de gomas”**

(continua)

**Lote de gomas**

No município de Apucarana no Paraná foi entregue no mercado do Sr. Jaca Pinheiro uma caixa de gomas, que o mesmo havia encomendado para vender. Quando recebeu o produto, Sr. Jaca percebeu uma alteração muito intensa na cor das gomas e comparou com outros pacotes do mesmo produto no mercado. Desconfiado, Sr. Jaca ligou para a empresa da qual havia comprado a mercadoria e enviou o produto de volta, para análise.

A empresa Goma e CIA, ao receber o produto de volta, realizou algumas análises nas gomas que estavam intensamente coloridas e informou a todos os funcionários que o lote 6678943200MASSNA deveria ser recolhido com urgência nos locais onde haviam entregue o produto.

Foi enviado para o Sr. Jaca e às demais pessoas que fizeram a compra do produto o motivo do recolhimento do lote 6678943200MASSNA:

(conclusão)

<b>Aditivos químicos</b>	<b>Quantidade permitida (mg)</b>	<b>Quantidade detectada (mg)</b>
<b>Tartrazina</b>	<b>230</b>	<b>460</b>
<b>Azul brilhante</b>	<b>200</b>	<b>400</b>
<b>Vermelho 40</b>	<b>180</b>	<b>360</b>

Pedimos desculpas pelo transtorno, e informamos que lotes em perfeitas condições serão encaminhados para ressarcimento.

**Atenciosamente Goma e CIA.**

Vocês são amigos do Sr. Jaca e precisam ajudá-lo a interpretar a tabela que a empresa enviou, informando o motivo do recolhimento das gomas. Para isso, produza uma carta resposta, de no máximo 30 linhas para o Sr. Jaca. A seguir, são sugeridas questões para auxiliá-los na escrita da carta.

**\*Utilize o material de apoio.**

- Qual é a finalidade do uso dos aditivos químicos nas gomas?
- O que pode ser comprovado através da tabela?
- Quais poderiam ser as causas se uma pessoa ingerisse gomas deste lote?
- Quanto à posição da empresa na troca do lote de gomas, vocês consideram essa ação justa? Justifique.

Fonte: Autores.

Para a resolução dos casos apresentados anteriormente, cada turma foi dividida em dois grupos, sendo que cada grupo recebeu um caso para analisar e responder. Os casos eram constituídos por questões que serviam para guiar os estudantes na resolução do mesmo. Os grupos ficaram responsáveis em produzir uma carta resposta para os casos que receberam. A Figura 39 mostra as cartas que cada grupo produziu para responder os casos.



Figura 39 - Cartas resposta dos casos



Fonte: Autores.

Ainda na aplicação do conhecimento, os estudantes responderam a um questionário final, semelhante ao inicial, que foi aplicado no início dessa oficina (Apêndice H). Algumas questões eram pessoais quanto à utilização de corantes em alimentos e outras necessitavam da compreensão das funções orgânicas para responder.

Por fim, os estudantes confeccionaram o terceiro mapa mental relacionado à temática “Cores”. Foi sugerido a elaboração dos três mapas mentais para o pesquisador poder acompanhar se houve evolução na aprendizagem dos estudantes com base nos assuntos e conhecimentos científicos que foram abordados nas oficinas.

### **3.3.5 Encerramento das atividades**

No encerramento das atividades, os estudantes foram questionados sobre as intervenções que foram desenvolvidas relacionadas à temática “Cores”. Nessa atividade os estudantes participantes da pesquisa deveriam escrever um breve comentário sobre as intervenções que participaram, sendo assim, eles tiveram a oportunidade de manifestar suas impressões e opiniões sobre o que foi desenvolvido na escola.

### 3.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados obtidos na 1ª etapa desta pesquisa foram coletados por meio da aplicação de um questionário investigativo, aos acadêmicos de Ciências da Natureza e analisados de diferentes maneiras. As afirmativas presentes no questionário, referentes aos processos de ensino e aprendizagem foram analisadas pelos acadêmicos e avaliadas através dos códigos **I**, **PR**, **R**, **GR**, que se referem respectivamente a Irrelevante, Pouco Relevante, Relevante e de Grande Relevância, sendo que os mesmos deveriam argumentar sobre a sua escolha. Os acadêmicos que não fizeram escolha de nenhum dos códigos foram identificados na escala através da denominação “não respondeu”.

Os dados referentes às afirmativas foram tratados através de uma perspectiva quantitativa e representados por meio de uma escala do tipo *Likert* (1932) e Vieira e Dalmoro (2008). A escala serviu para mensurar a intensidade dos códigos escolhidos em cada afirmativa pelos 68 acadêmicos. Os argumentos de cada afirmativa foram analisados e discutidos de acordo com referenciais teóricos.

As demais questões do questionário investigativo, questões objetivas e descritivas, da 1ª etapa desta pesquisa, foram analisadas de forma predominantemente qualitativa e discutidas com base em referenciais teóricos encontrados na literatura.

A análise dos dados obtidos na 2ª etapa desta pesquisa, realizada com duas turmas de 3ª série do Ensino Médio, em que foram utilizados diferentes instrumentos, foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), que de acordo com Moraes e Galiazzi (2006) é uma análise de dados que transita de duas formas de análise na pesquisa qualitativa: a análise de conteúdo e a análise de discurso, sendo que ambas são muito utilizadas na pesquisa qualitativa.

Segundo Moraes (2003) para a realização da ATD devem ser consideradas três etapas. Na primeira etapa é realizada a desconstrução e unitarização, que envolve a desmontagem de textos, para realizar de forma detalhada a análise dos dados, fragmentando-os para obter as unidades constituintes. Na 2ª etapa, são estabelecidas as categorizações a partir das unidades formadas na primeira etapa. Já na última etapa, uma nova compreensão e interpretação das categorias é

realizada através de uma visão crítica do todo, permitindo uma nova interpretação dos fenômenos investigados.

Com isso, os dados obtidos na 2ª etapa desta pesquisa foram analisados a partir da elaboração de categorias *a posteriori* e em alguns casos gráficos foram elaborados para auxiliar na visualização das categorias formadas.

No Capítulo 4, Análise dos resultados e discussões, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos durante as intervenções que foram realizadas.



## CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo, serão apresentados os resultados e discussões das duas etapas realizadas no decorrer desta pesquisa. A 1ª etapa foi realizada com acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e a 2ª etapa foi realizada com estudantes da 3ª série do Ensino Médio.

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram analisados de diferentes maneiras. Na 1ª etapa da pesquisa foi aplicado um questionário investigativo, em que os dados referentes às afirmativas foram tratados através de uma perspectiva quantitativa, representados por uma escala do tipo *Likert* (1932) e Vieira e Dalmoro (2008) e discutidos com base em referenciais teóricos. As demais questões do instrumento investigativo foram analisadas e discutidas de forma predominantemente qualitativa. Os resultados obtidos na 2ª etapa da pesquisa, através dos diferentes instrumentos investigativos foram categorizados seguindo a ATD proposta por Moraes (2003).

A fim de preservar a identidade dos diferentes sujeitos envolvidos na pesquisa, os participantes da 1ª etapa não receberão nenhuma denominação específica, apenas consideramos para a análise dos resultados o número de acadêmicos que participaram da pesquisa (68). Porém, os participantes da 2ª etapa da pesquisa serão representados por meio da letra maiúscula “E” seguida de numerações de 01 a 29, envolvendo os estudantes participantes das duas turmas. É importante ressaltar que a denominação estabelecida na 2ª etapa foi utilizada pelos estudantes durante todas as intervenções.

A apresentação e discussão dos resultados estão organizadas e estruturadas neste capítulo de acordo com a 1ª e 2ª etapa da pesquisa, descritas no Quadro 5, do procedimento metodológico da pesquisa.

### 4.1 INVESTIGAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DOS ACADÊMICOS

Esta intervenção (1ª parte da pesquisa), contou com a participação de 68 acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, dos 2º, 4º e 6º semestres, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Os sujeitos envolvidos nesta 1ª etapa deveriam responder a um questionário investigativo (Apêndice A), que era composto por afirmativas, questões objetivas e descritivas, referentes à

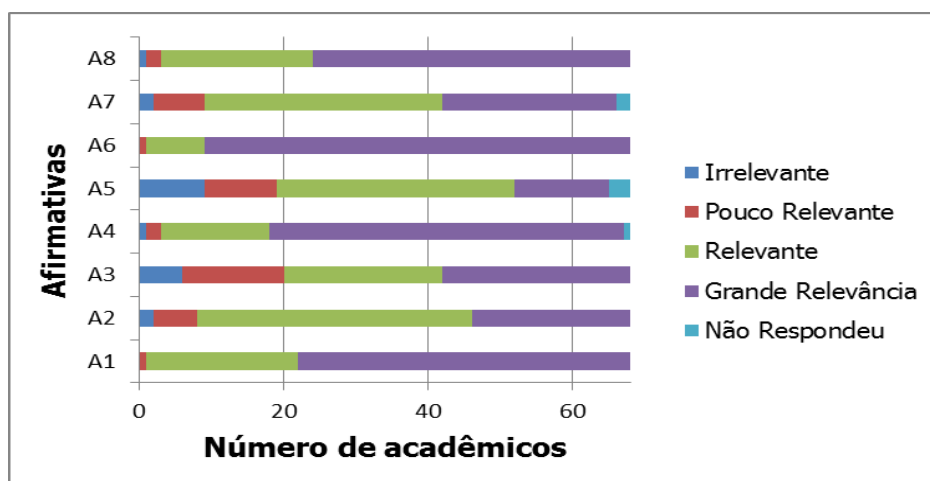
temática “Cores” e ao processo de ensino e aprendizagem (KRAISIG, PAZINATO e BRAIBANTE, 2015).

Para melhor analisar e discutir os resultados obtidos nesta etapa, dividimos em três partes o questionário investigativo: Parte 1 - Afirmativas; Parte 2 - Questões objetivas e Parte 3 - Questões descritivas as quais serão apresentadas a seguir.

#### 4.1.1 Parte 1 – Afirmativas

As oito afirmativas presentes no instrumento investigativo estão relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem. Na Figura 40 apresentamos a escolha dos 68 acadêmicos para cada afirmativa, utilizando os códigos **I**, **PR**, **R** e **GR**, que se referem respectivamente a Irrelevante, Pouco Relevante, Relevante e de Grande Relevância, através de uma escala do tipo *Likert*. Os acadêmicos que não fizeram escolha de nenhum dos códigos foram identificados na escala através da denominação “não respondeu”.

Figura 40 - Classificação das afirmativas relacionadas ao processo



Fonte: Autores.

Após a escolha dos códigos, os acadêmicos deveriam argumentar a sua opção. Desta forma, iremos apresentar detalhadamente para cada afirmativa, a porcentagem dos códigos escolhidos pelos acadêmicos, bem como alguns argumentos dos mesmos que serão discutidos com base em referenciais teóricos.

AFIRMATIVA 1 - Em relação à utilização de temáticas para relacionar os conteúdos científicos de Química com o cotidiano, dos 68 acadêmicos participantes desta pesquisa, 46 acreditam ser de grande relevância, ou seja, a maioria (67,6%), 21 acreditam ser relevante (30,9%) e apenas 1 acredita ser de pouca relevância. Nesta afirmativa, 24 dos sujeitos envolvidos na pesquisa não argumentaram sobre sua escolha. Já os argumentos apresentados foram positivos quanto à utilização de temáticas no ensino de Química, os acadêmicos acreditam que os conteúdos científicos relacionados com o cotidiano favorecem a compreensão, conforme os trechos:

*“Quando conseguimos fazer com que o aluno relacione o conteúdo de sala de aula com o seu dia a dia, ele consegue aprender com mais facilidade”;*

*“Relacionar a Química (científica) com o cotidiano, ajuda a melhor compreender os conteúdos e permite contextualizar através da temática”;*

*“A aprendizagem do conteúdo científico fica sem sentido se não relacionarmos com o nosso dia a dia”.*

Os argumentos dos acadêmicos estão de acordo com as ideias de Pazinato e Braibante (2014a), que salientam que a utilização de temáticas proporciona o desenvolvimento dos conteúdos de Química associados a aspectos vivenciados pelos estudantes fora da sala de aula.

AFIRMATIVA 2 - Com relação ao ensino dos conteúdos científicos de Química através da temática “Cores” podemos constatar que a maioria considera importante, ou seja, 38 (55,9%) e 22 acadêmicos (32,4%) consideraram, respectivamente, relevante e de grande relevância, 2 consideraram irrelevante (2,9%) e 6 pouco relevante (8,8%). Nessa afirmativa, 30 acadêmicos não argumentaram sua escolha, entretanto, os que argumentaram relataram que a temática em questão é uma proposta interessante para o ensino de Química e também para o aluno:

*“Seria mais interessante, sendo uma forma bem diferenciada que chamaria a atenção dos estudantes”;*

*“Interessante, pois a percepção das cores envolve a química”;*

*“Confesso que sei pouco a respeito da temática, mas tudo que vem para agregar é ótimo”.*

A abordagem temática no ensino de Química, além de ser interessante e contribuir para a compreensão dos conteúdos científicos, não deve ser entendida

apenas como um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos trata-se de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade e propor formas de intervir na sociedade (MARCONDES, 2008; BRAIBANTE e PAZINATO, 2014). Com isso, o tema “Cores” se torna uma ferramenta importante para ser utilizada no ensino e que está constantemente presente no dia a dia, segundo Ferreira (2012), sua percepção é uma característica da experiência humana da qual, na realidade, sabemos muito pouco.

AFIRMATIVA 3 - Em relação à memorização no ensino de Química, houve uma divisão na escolha dos códigos: pouco relevante (14 estudantes - 20,6%), relevante (22 estudantes - 32,4%) e de grande relevância (26 estudantes - 38,2%). Nesta afirmativa, 32 acadêmicos não argumentaram sua escolha, mas mesmo assim foi possível perceber vários pontos de vista dos acadêmicos sobre a memorização:

*“Facilita o conhecimento”;*

*“Temos que aprender e não decorar”;*

*“Memorizar ajuda, mas não é o suficiente, é necessário o entendimento”.*

Nessa afirmativa, os acadêmicos apresentaram diferentes concepções sobre a memorização, para alguns memorizar facilita o conhecimento e para outros memorizar não é suficiente, segundo eles é preciso aprender. No momento em que recebemos novas informações que não conhecemos, armazenamos essas informações inicialmente, ou seja, memorizamos, para posteriormente conseguir relacioná-las com outras. De acordo com Moreira (2011b), o próprio Ausubel não estabelece distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como um contínuo. Ou seja, para aprender significativamente é também preciso memorizar. No entanto, memorização através de repetição dos conteúdos não é a melhor opção, pelo fato que leva ao esquecimento e o aluno não aprende, apenas decora para reproduzir em provas.

AFIRMATIVA 4 - “A escola deve preparar para a cidadania”, houve predomínio na escolha dos códigos relevante e de grande relevância, sendo que, respectivamente, 15 (22,1%) e 49 (72,16%) sujeitos envolvidos nesta pesquisa os assinalaram. Os códigos irrelevante e pouco relevante também foram assinalados, mas com pouco predomínio, sendo que 1 acadêmico e 2 acadêmicos respectivamente os consideraram. Nesta afirmativa, 33 acadêmicos não argumentaram, contudo, a maioria dos estudantes considerou importante a escola preparar para a cidadania, de acordo com os relatos:



*“Sim, pois é uma forma de formar cidadãos ativos na sociedade”;*

*“É importante formar cidadãos éticos, que possam exercer seus direitos”;*

*“A pessoa que tem certo grau de escolaridade é um cidadão melhor”.*

Neste sentido, as ideias dos estudantes estão de acordo com as de Santos e Schnetzler (2010), que afirmam que a formação do cidadão implica na educação para o conhecimento e para o exercício dos direitos, mediante o desenvolvimento da capacidade de julgar, de tomar decisão, sobretudo em uma sociedade democrática.

AFIRMATIVA 5 – “Toda a atividade experimental deve seguir roteiros prontos”. Ao analisarem esta afirmativa, grande parte dos acadêmicos assinalou o código relevante, ou seja, 33 deles (48,5%). Houve uma divisão entre os acadêmicos quanto à escolha dos demais códigos, sendo que, 9 consideraram irrelevante (13,2%), 10 consideraram pouco relevante (14,7%), 13 consideraram de grande relevância (19,1%) e apenas 3 não fizeram escolha de nenhum código (4,4%). Nesta afirmativa, 33 acadêmicos não argumentaram sua escolha. Devido à diversidade de opiniões dos acadêmicos, selecionados alguns argumentos que representam pontos de vista diferentes:

*“Deve seguir, mas não totalmente prontos”;*

*“Não necessita, podemos investigar através de uma atividade experimental”;*

*“Sim, para dar segurança ao aluno”.*

De acordo com os argumentos dos acadêmicos, alguns se sentem mais seguros com um roteiro, outros acreditam que os roteiros não precisam ser totalmente prontos e podem ser investigativos. Segundo Suart (2014), as atividades experimentais devem contribuir para o desenvolvimento de conceitos científicos e de habilidades cognitivas e argumentativas, de forma a contribuir para a formação do indivíduo cidadão. Uma atividade experimental não precisa necessariamente seguir um roteiro pronto, pode ser investigativa, em que algumas habilidades podem ser desenvolvidas pelos alunos como: resolução de problemas, proposição de hipóteses, análise dos resultados, comunicação dos resultados e outras.

AFIRMATIVA 6 - Referente à utilização de diferentes metodologias de ensino, como: oficinas temáticas, estudos de caso, experimentação e outros, praticamente a totalidade dos acadêmicos (98,6%) considerou de grande relevância ou relevante. Entretanto, 32 não argumentaram sua escolha, e dentre os que argumentaram, a grande maioria relatou que o uso de diferentes metodologias auxilia na aprendizagem, sendo que as aulas se tornam mais interessantes para o aluno e

também porque diversifica as aulas tradicionais que são cansativas. Alguns argumentos sobre essa afirmativa são:

*“Utilizar diferentes metodologias ajudam o aluno a fixar e aprender melhor o conteúdo”;*

*“Valoriza o conhecimento e possibilita uma aprendizagem significativa”;*

*“Muito interessante, sai da rotina quadro-giz, caneta-papel”.*

Para Masseto (2007), a diferenciação e a variedade de técnicas quebram a rotina das aulas e os alunos se sentem mais animados em frequentá-las. Além disso, facilitam a participação e incentivam atividades dinâmicas durante o período das aulas, levando os aprendizes a saírem da situação passiva de espectadores da ação individual do professor. Pela análise desta afirmativa, podemos perceber que os acadêmicos corroboram com estas ideias.

AFIRMATIVA 7 - Considerando que a alfabetização científica compreende o entendimento de conteúdos científicos, a maioria dos acadêmicos assinalou como sendo relevante e de grande relevância, respectivamente 33 (48,5%) e 24 (35,3%). O restante dos acadêmicos considerou os códigos irrelevante (2,9%) e pouco relevante (10,3%). Esta afirmativa foi a que os acadêmicos menos argumentaram, sendo que 41 não opinaram sobre sua escolha. Observamos que eles consideram alfabetização científica apenas como sendo o estudo de conhecimentos científicos, visto que seu conceito é bem mais abrangente, pois requer uma aplicação desses conhecimentos no mundo em que vivemos. Algumas ideias apresentadas foram:

*“Sim, como entender os conhecimentos científicos sem uma terminologia adequada e científica”;*

*“Se a alfabetização científica é a busca pela verdade, logo se deve ensinar aquilo que é certo até o momento”;*

*“Introduzir conhecimentos científicos”.*

Chassot (2010) considera alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e as mulheres fazer uma leitura do mundo, em que ambos, participassem de forma crítica na sociedade. Ou seja, é preciso saber aplicar os conhecimentos científicos no mundo em que vivemos. Desta forma, percebemos que os acadêmicos não possuem bem claros o real significado da expressão “alfabetização científica”, o que pode indicar lacunas em sua formação acadêmica enquanto licenciandos.

AFIRMATIVA 8 - “A abordagem temática favorece a interdisciplinaridade”, 44 (64,7%) e 21 (30,9%) dos acadêmicos consideraram o conteúdo desta afirmativa como relevante e de grande relevância, respectivamente. Apenas 1 considerou irrelevante e 2 considerou pouco relevante esta afirmativa. Nessa afirmativa, 34 acadêmicos não argumentaram sobre a escolha do código. De acordo com as ideias dos sujeitos, as temáticas podem ser trabalhadas em conjunto com outras disciplinas, para a aprendizagem dos conteúdos científicos, alguns acadêmicos relataram que:

*“A abordagem temática favorece, porque podemos estudar um determinado assunto em duas ou mais disciplinas”;*

*“A abordagem temática proporciona a interação entre disciplinas”;*

*“A interdisciplinaridade deve ser abordada em sala de aula, em muitos conteúdos, pois ajuda a compreender, por exemplo, que a Química está relacionada com várias outras disciplinas como a Física e a Biologia”.*

De acordo com Luck (1994), a interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação de disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade.

#### **4.1.2 Parte 2 – Questões objetivas**

Foram analisadas duas questões objetivas, referentes aos conhecimentos científicos relacionados à temática “Cores”. Cada acadêmico deveria optar por uma das cinco alternativas disponíveis em cada questão e justificar sua escolha (Apêndice A).

Nas duas questões, uma das alternativas era correta e as demais estavam incorretas. A primeira questão objetiva, referente à relação da luz com a cor a alternativa correta é a letra **b**, que afirma: *“Cor e luz apresentam grande relação, sendo que quando falta luz não enxergamos as cores”.*

Dos 68 sujeitos envolvidos nesta pesquisa, 38 (55,9%) assinalaram a alternativa correta e 30 (44,1%) assinalaram outras opções. Após a escolha da alternativa, foi solicitada uma justificativa. Nesta questão, 49 acadêmicos justificaram sua escolha e 19 não justificaram. Com isso, selecionamos algumas concepções dos acadêmicos que escolheram a alternativa correta e justificaram a questão corretamente:

*“É necessário à luz para refletir as cores”;*

*“As cores só são visíveis devido à presença de radiação”;*

*“Sem a presença de luz não enxergamos as cores”.*

As ideias dos acadêmicos estão de acordo com a literatura. Segundo Pedrosa (2004), Epícuro há mais de 2.300 anos, desenvolveu o raciocínio que a cor guarda íntima relação com a luz, uma vez que, se falta luz não há cor.

Com relação à segunda questão objetiva, referente ao espectro eletromagnético, a alternativa correta é a letra **c**: *“As cores do espectro eletromagnético da região do visível variam do violeta ao vermelho, sendo que o violeta apresenta maior energia e o vermelho menor energia”.*

Dos 68 sujeitos envolvidos nesta pesquisa, apenas 15 (22,1%) marcaram a opção correta, ou seja, 40 (58,8) assinalaram a alternativa incorreta e 13 (19,1%) não assinalaram nenhuma alternativa. Após a escolha da alternativa, foi solicitado aos acadêmicos que justificassem sua opção. Porém, nesta questão 47 acadêmicos não justificaram sua escolha e 21 justificaram, sendo que apenas 4 justificaram corretamente. Algumas justificativas dos acadêmicos que assinalaram a questão correta e justificaram corretamente são:

*“Analisando o espectro, acredito que o ultravioleta apresenta maior energia que o infravermelho”;*

*“Se o comprimento de onda diminui, a frequência aumenta”;*

*“Energia está associada ao aumento da frequência, o violeta tem maior energia que o vermelho”.*

As ideias destes acadêmicos estão de acordo com a literatura. Entretanto, poucos conseguiram encontrar a resposta correta e justificar, a maioria confundiu conceitos de comprimento de onda e energia, ou então, não apresentavam conhecimento suficiente sobre o assunto e os conceitos envolvidos na questão.

Desta forma, a temática “Cores” pode ser uma ferramenta útil para auxiliar na compreensão desses conceitos tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, pois como percebemos pelos resultados desta pesquisa, os acadêmicos apresentam uma grande dificuldade e confundem esses conceitos.

#### 4.1.3 Parte 3 – Questões descritivas

Na parte descritiva deste trabalho, buscamos analisar as concepções dos futuros professores relacionadas à temática “Cores” e o ensino de Ciências: Química, Física e Biologia. As questões descritivas que foram analisadas estão disponibilizadas no Apêndice A.

Considerando a primeira questão descritiva, os acadêmicos foram questionados sobre a existência de alguma relação entre a Química e as “Cores”. Nesta questão, dos 68 sujeitos envolvidos, 65 (95,6%) afirmaram que existe relação entre a Química e as “Cores” e apresentaram justificativas. Com isso, selecionamos algumas concepções que apontam aspectos dessa relação:

*“Sim, pois há diversos elementos químicos que podem ser identificados através das cores”;*

*“Sim, nas reações químicas”;*

*“Sim, utiliza-se as cores para a compreensão do conteúdo ácido-base”.*

Nesta questão, percebemos que a maioria dos acadêmicos conseguiu relacionar algum conteúdo/assunto de Química com as “Cores”. No entanto existem vários outros tópicos que não foram citados, como: tabela periódica, configuração eletrônica, misturas, soluções, transição eletrônica, pH, cor absorvida e refletida, funções orgânicas e vários outros. Várias abordagens podem ser feitas no ensino de Química por meio da temática “Cores”, devido a grande quantidade de assuntos que a mesma permite relacionar.

Quando os acadêmicos foram questionados sobre a relação do tema cores com outras disciplinas, dos 68 participantes da pesquisa, 58 (85,3%) deles conseguiram encontrar alguma relação com outra disciplina e 10 (14,7%) não estabeleceram nenhuma relação. A seguir, selecionamos algumas ideias dos acadêmicos:

*“Sim, com disciplina de Física (decomposição da luz branca)”;*

*“O tema cores pode ser relacionado com disciplina de Física, Química e Biologia. Por exemplo, em Física, o estudo das ondas, ótica, em biologia a anatomia do olho, sistema nervoso”;*

*“Em Química com as cores dos ácidos e bases, bem como na Física através do espectro eletromagnético”.*

Nesta questão, percebemos que a maioria dos acadêmicos de Ciências da Natureza conseguiu fazer relações da temática com outras disciplinas e, além disso, citaram exemplos do que poderia ser abordado em sala de aula. Vale ressaltar que além das disciplinas de Química, Física e Biologia, alguns acadêmicos citaram Português, Artes, Matemática, História, pois eles acreditam que essas disciplinas também poderiam ser desenvolvidas explorando a temática “Cores”.

Já a última questão descritiva, indagava os acadêmicos sobre a utilização da temática “Cores” em sala de aula, para abordar os conteúdos científicos de Química. Dos 68 acadêmicos, 61 (89,7%) deles afirmaram que utilizariam a temática para explicar conteúdos científicos de Química, 2 afirmaram que não utilizariam, e 5 (7,4%) não responderam a questão. A maioria dos acadêmicos considerou a temática “Cores” interessante, pois apresenta um leque de conteúdos que podem ser abordados no ensino de Química. As concepções dos acadêmicos com relação a essa questão foram:

*“Sim, certos assuntos como corantes e indicadores de pH podem ser trabalhados utilizando a temática”;*

*“Certamente, a aula fica mais interessante e atrativa para o aluno”;*

*“Sim, acredito que o aluno compreenderia melhor com a utilização da temática e vários conteúdos poderiam ser abordados”.*

Através das ideias dos acadêmicos percebemos o quanto a temática “Cores” é uma ferramenta interessante para ser abordada no ensino, visto que auxilia na compreensão dos conteúdos científicos e está presente constantemente no nosso cotidiano.

#### 4.2 INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES ATRAVÉS DA TEMÁTICA “CORES”

Na 2ª etapa desta pesquisa, os sujeitos participantes foram 29 estudantes de duas turmas da terceira série do Ensino Médio. Nesta etapa, a temática “Cores” foi utilizada como ferramenta para auxiliar os estudantes na compreensão de uma série de conteúdos científicos relacionados às disciplinas de Química, de Física e de Biologia.

Para melhor organizar os resultados obtidos nesta etapa da pesquisa, apresentaremos os seguintes itens: Oficina temática: “Aspectos Gerais e Químicos

das Cores”, Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”, Mapas mentais e Encerramento das intervenções. Em cada item mencionado foram criadas categorias específicas *a posteriori* que serviram de suporte para análise e discussão dos resultados.

#### **4.2.1 Oficina temática: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores”**

Na oficina temática “Aspectos Gerais e químicos das Cores” foram utilizados questionários (inicial e final), atividades de ilustração e atividades descritivas para coleta de dados. No primeiro momento, os dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário inicial que foi dividido em duas partes (Apêndice C).

A primeira parte do questionário inicial teve por objetivo conhecer o perfil dos estudantes, investigando quais eram suas disciplinas preferidas, se conseguiam perceber a presença da Química no seu cotidiano e relacionar a mesma com a temática “Cores”.

Já a segunda parte do questionário inicial teve o intuito de analisar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática “Cores” e os assuntos relacionados à luz, ao espectro eletromagnético e a presença de cor em íons de metais de transição.

As atividades ilustrativas e descritivas foram realizadas no primeiro e também no terceiro momento da oficina temática, juntamente com o desenvolvimento das práticas experimentais (Apêndice D).

No terceiro momento, após a aplicação dos conteúdos os estudantes responderam um questionário final semelhante à segunda parte do questionário inicial, para posterior comparação (Apêndice E).

As respostas da primeira parte do questionário foram analisadas conforme as seguintes categorias:

- Disciplinas preferidas;
- Perspectivas futuras;
- Relação da Química com o dia a dia;
- Relação da Química com a temática “Cores”.

Cada uma dessas categorias serão discutidas a seguir.

#### 4.2.1.1 Disciplinas preferidas

A fim de conhecer os estudantes participantes desta pesquisa, procuramos inicialmente saber quais eram as disciplinas preferidas por eles, pois acreditamos ser relevante conhecer as áreas de interesse dos sujeitos. Algumas respostas dos estudantes foram:

**E4: Geografia**, porque acho muito legal e importante.

**E6: Biologia**, pois acho importante saber um pouco mais sobre os seres vivos.

**E22:** A disciplina de **Seminários**, pois está sendo bem legal.

**E26:** Gosto muito de **Matemática**, porque gosto de trabalhar com números.

A Figura 41 apresenta o levantamento das respostas dos estudantes que responderam o questionário.

Figura 41 - Disciplinas preferidas pelos estudantes



Fonte: Autores.

Podemos observar que a grande maioria dos estudantes apresentam preferência pelas disciplinas de Matemática e Biologia. Poucos estudantes citaram outras disciplinas, como: Filosofia, Sociologia e Geografia, que fazem parte das áreas das humanas, sociais. Dos 23 estudantes, 5 não responderam essa questão



do questionário, o que isso pode indicar é que os mesmos não apresentam preferência por nenhuma disciplina.

Várias disciplinas não foram mencionadas pelos estudantes, como por exemplo, as disciplinas de Química, Física, Português e outras. Acreditamos que uma das razões de os estudantes não apresentarem preferência por essas disciplinas é porque consideram difíceis de serem compreendidas.

A proposta de ensino através da utilização da temática “Cores” é um desafio, pois para o entendimento das “Cores” vários conteúdos das disciplinas de Química, de Física e de Biologia devem ser compreendidos. Com isso, buscamos desenvolver as intervenções da melhor maneira possível, para que os estudantes tivessem gosto de aprender Química e Física da mesma forma que demonstraram com a Biologia e a Matemática.

#### *4.2.1.2 Perspectivas futuras*

Como os estudantes participantes da pesquisa estavam concluindo o Ensino Médio, julgamos que seria importante conhecer quais eram suas perspectivas futuras, quanto a um curso superior. A partir do questionamento, sobre o curso que eles pretendiam fazer após o término do Ensino Médio, algumas respostas foram:

**E4:** Desejo fazer **Direito**, para ser juiz ou promotor de justiça.

**E15:** Não quero fazer **nenhum curso, pretendo trabalhar**.

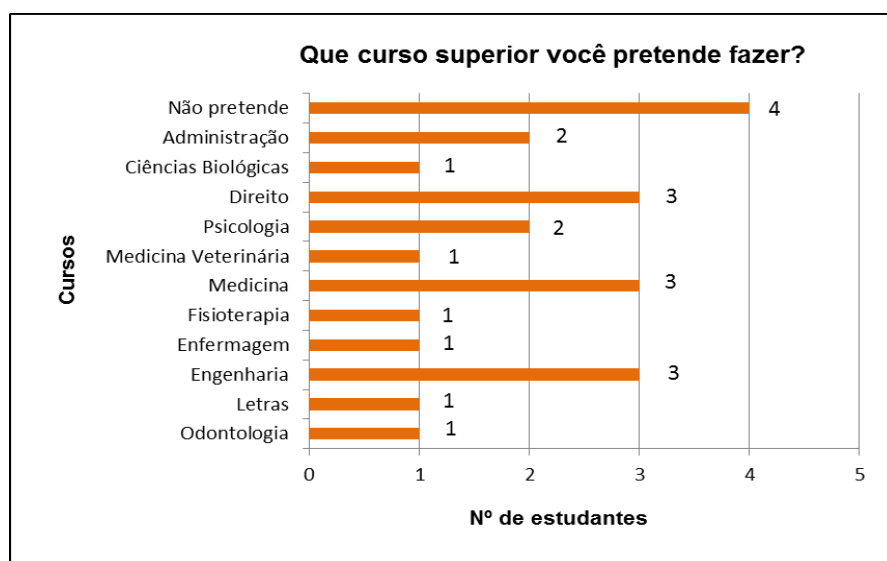
**E18:** Pretendo cursar **Medicina**, gosto da área da saúde.

**E19:** Acredito que alguma **Engenharia**, mas não sei qual ainda.

**E26:** Pretendo passar no vestibular no curso de **Enfermagem**.

A Figura 42 apresenta os cursos pretendidos pelos estudantes após o término do Ensino Médio.

Figura 42 - Perspectivas futuras



Fonte: Autores.

Analisando as respostas dos estudantes, detectamos que os cursos que foram mais citados pelos estudantes foram os de Engenharia, Medicina e Direito, cada um dos cursos foram mencionados por 3 estudantes. Já 4 estudantes não pretendem fazer nenhum curso superior, pois pretendem trabalhar, sendo assim, estão preocupados em ter um emprego fixo.

Nessa questão, podemos perceber que os estudantes já apresentam uma profissão preferida que pretendem seguir.

#### 4.2.1.3 Relação da Química com o dia a dia

Procuramos averiguar se os estudantes conseguiam fazer relações quanto à presença da Química no seu dia a dia. Destacamos algumas respostas dos estudantes:

**E3:** Sim, nos **remédios**.

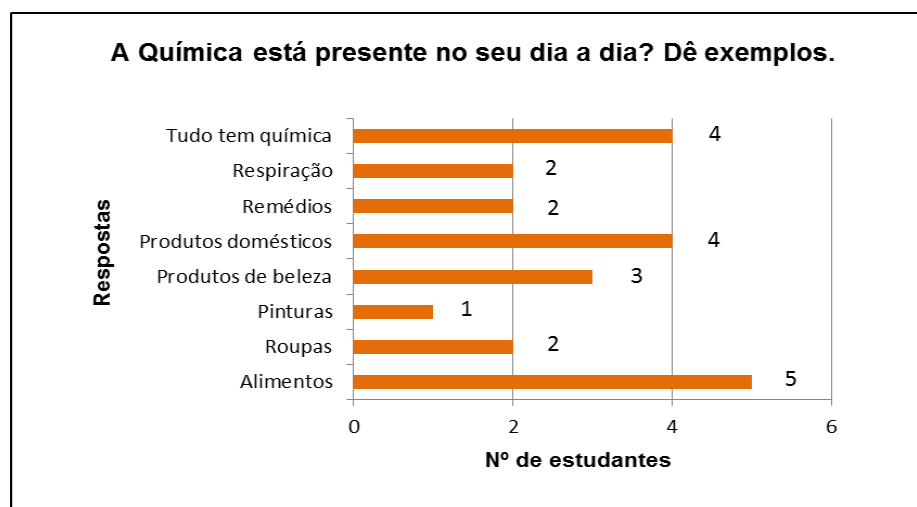
**E6:** O simples fato de **respirar** é um processo químico, a **fotosíntese das plantas**.

**E9:** Eu acredito que a **Química está presente em tudo** a nossa volta.

**E17:** Sim, nos **produtos domésticos**.

Conforme podemos observar na Figura 43, nesta questão vários estudantes conseguiram fazer diversas relações da Química com o seu dia a dia, pois elencaram vários exemplos, como: alimentos, remédios, roupas, produtos de beleza e domésticos entre outros, ou seja, diversas aplicações da Química no seu cotidiano.

Figura 43 - Relações da Química com o dia a dia



Fonte: Autores.

Os exemplos mais citados pelos estudantes nessa pergunta foram os alimentos e os produtos domésticos, em que respectivamente 5 e 4 estudantes mencionaram. Além disso, 4 estudantes responderam que “tudo tem química”, ou seja, que a Química está presente em tudo a nossa volta.

#### 4.2.1.4 Relação da Química com a temática “Cores”

Na questão em que os estudantes foram investigados sobre a relação entre a Química e as “Cores” dos 23 estudantes que responderam ao questionário, 12 acreditavam que havia uma relação, 8 não sabiam e 3 acreditavam que não existia nenhuma relação.

Os estudantes deveriam citar qual (is) as relações entre a temática “Cores” e a Química. As respostas dos estudantes relativas a essa questão foram curtas e alguns exemplos são:

E10: Sim, existe relação, mas não sei explicar como.

E15: Não tem relação nenhuma eu acho.

E16: Não sei se existe relação.

E22: Tem relação, a Química e as cores.

Por meio das respostas dos estudantes, podemos detectar que os mesmos ficaram bem divididos quanto à existência de relação entre a temática “Cores” e a Química. Os estudantes que acreditavam na existência da relação, não sabiam explicar, pois não citaram nenhuma relação, por exemplo, os estudantes **E10** e **E22**, outros estudantes relataram que não sabiam se existia relação, como no caso o estudante **E16** e alguns acreditavam que não existia nenhuma relação entre as “Cores” e a Química, por exemplo, o estudante **E15**.

Posteriormente, perguntamos aos estudantes, se já haviam estudado algum conteúdo relacionado à temática “Cores” e pedimos para citar qual (is), dos 23 estudantes que responderam o questionário, apenas três disseram que sim, porém não citaram os conteúdos e os demais afirmaram que nunca haviam estudado.

Com base nas respostas dos estudantes na primeira parte do questionário, detectamos que os mesmos tinham dificuldades ou não sabiam relacionar à temática “Cores” com a Química, bem como verificamos que a maioria deles não haviam estudado nenhum conteúdo relacionado à temática em questão. Desta forma, acreditamos que a inserção da temática “Cores” no Ensino Médio tenha permitido aos estudantes conhecer e compreender melhor esse assunto.

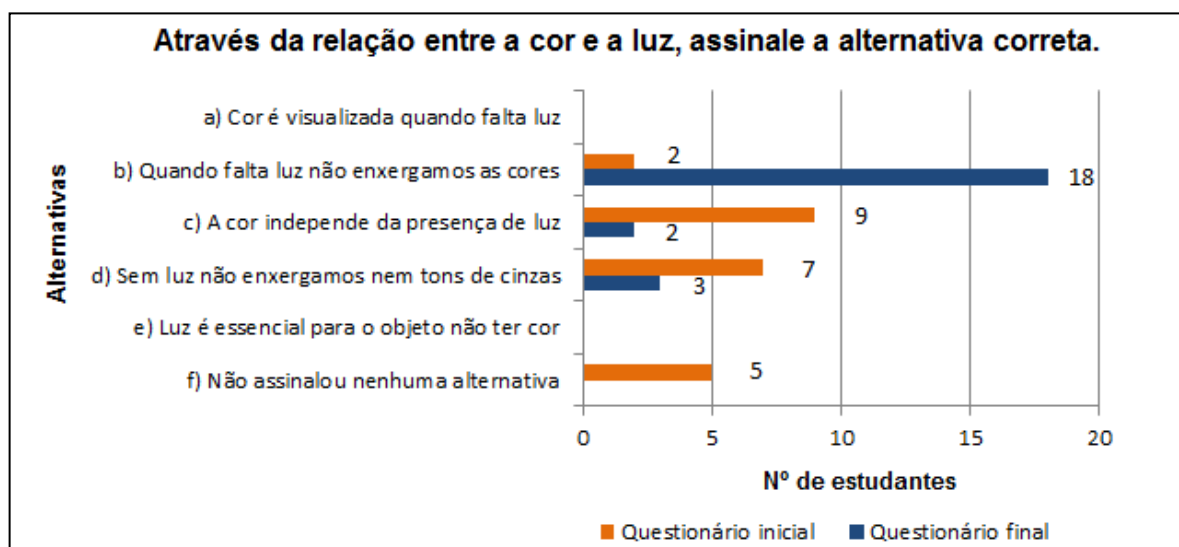
As respostas da segunda parte do questionário inicial serão analisadas e comparadas com as respostas do questionário final, já que as questões presentes são semelhantes. Para avaliar a evolução dos conhecimentos científicos relacionados à temática “Cores”, foram criadas as seguintes categorias:

- Relação entre cor e luz;
- Compreensão do espectro eletromagnético;
- Compreensão da cor em soluções iônicas de metais de transição.

#### 4.2.1.5 Relação entre cor e luz

Na Figura 44, estão representadas as alternativas escolhidas pelos estudantes no questionário inicial e final sobre a relação existente entre a cor e a luz.

Figura 44 - Questão objetiva relacionada à cor e à luz



Fonte: Autores.

No questionário inicial e final, os alunos foram investigados sobre a relação existente entre a cor e a luz, através de uma questão objetiva que apresentava 5 alternativas, sendo que apenas uma estava correta. Nesta questão, além de marcar a alternativa os estudantes deveriam justificar a sua escolha. A alternativa considerada correta para esta questão objetiva é a letra **b** que menciona “**Quando falta luz não enxergamos as cores**”.

Com relação ao questionário inicial, foi possível identificar que os estudantes ficaram confusos na escolha da alternativa, apenas 2 estudantes conseguiram interpretar de forma correta a questão. Dentre os 23 estudantes que responderam os questionários, 16 assinalaram alternativas equivocadas e 5 não assinalaram nenhuma alternativa.

A alternativa que foi escolhida pela maioria dos estudantes no questionário inicial destaca que “**a cor independe da presença de luz**”. Essa alternativa é incorreta, pois para conseguirmos visualizar as cores, a presença de luz é

indispensável, ou seja, ambas apresentam relação intrínseca. Algumas justificativas dos estudantes que escolheram essa alternativa foram:

**E2:** Sem luz enxergamos as cores.

**E13:** Luz não é necessária.

**E20:** Independe para ter cor.

**E22:** Eu não sei certo, mas acho que não precisa luz.

Já com relação à alternativa que destaca “**sem luz não enxergamos nem tons de cinzas**”, assinalada inicialmente por 7 estudantes é incorreta, pois considera que na ausência de luz nem tons de cinzas conseguimos visualizar, porém, é possível. Algumas justificativas dos estudantes foram:

**E12:** Sim, enxergamos preto.

**E15:** Acho que não enxergamos.

**E19:** Enxergamos só o que dá.

**E24:** Sei lá, acho que não vamos ver nada.

No questionário aplicado no final da oficina temática, foi possível detectar que a maioria dos estudantes, ou seja, 18 conseguiram assinalar a alternativa correta. Porém, ainda 5 estudantes confundiram com as demais alternativas. Algumas justificativas apresentadas pelos estudantes que assinalaram a alternativa correta foram:

**E2:** Sem a presença de luz não conseguimos ver e nem saber a cor dos objetos.

**E6:** Sem luz não conseguimos enxergar as cores.

**E13:** Que a luz é essencial para enxergarmos as cores, com falta de luz não conseguimos visualizar as cores.

**E17:** A luz é essencial para o objeto aparecer colorido.

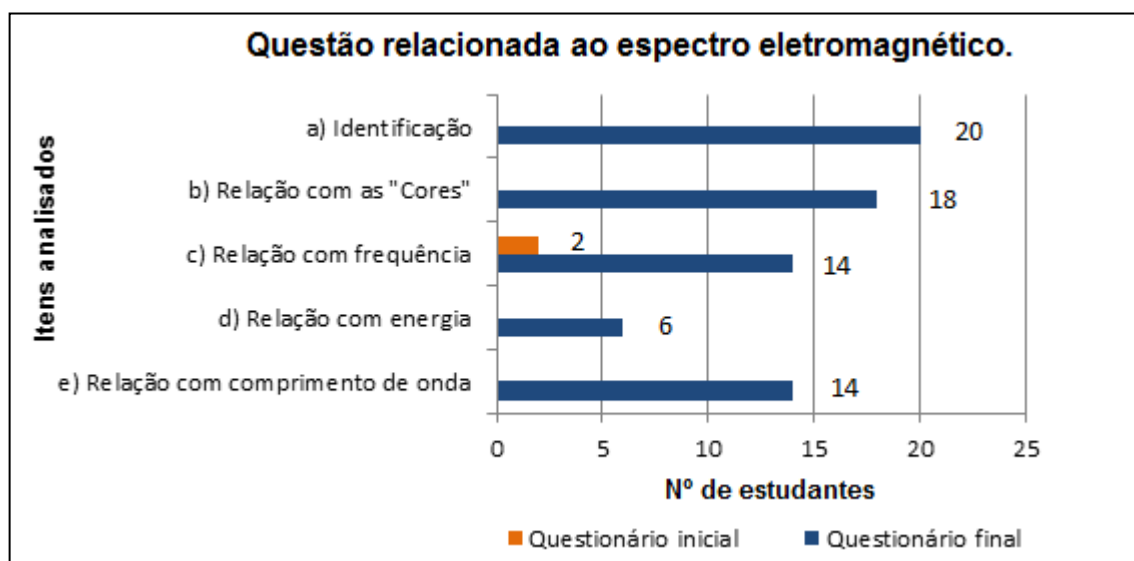
A partir dos resultados obtidos nesta questão, verificamos que a maioria dos estudantes conseguiram compreender a relação existente entre as cores que visualizamos e a presença de luz. Desta forma, acreditamos que as intervenções

que foram desenvolvidas no decorrer da pesquisa conseguiram melhor esclarecer aos estudantes sobre as relações dos conteúdos científicos trabalhados e as cores.

#### 4.2.1.6 Compreensão do espectro eletromagnético

A Figura 45 representa os vários itens da questão relacionada ao espectro eletromagnético que foram analisados da letra **a** até **e**. Os itens analisados partem da identificação do espectro eletromagnético e relação do mesmo com a temática “Cores” até a interpretação do mesmo em relação à frequência, a energia e ao comprimento de onda.

Figura 45 - Número de estudantes e os itens analisados para a questão relacionada ao espectro eletromagnético



Fonte: Autores.

Em relação aos itens: **a**, **b**, **d** e **e** da questão que envolve a compreensão do espectro eletromagnético, identificamos que os estudantes inicialmente não sabiam a respeito do assunto. Conforme os comentários dos estudantes relacionados a esta questão, a maioria salientou que não haviam estudado sobre o assunto. No questionário inicial, apenas 2 estudantes mencionaram que o espectro eletromagnético estava relacionado com a frequência das cores na região do visível (item **c**).

A respeito do item **a**, presente no questionário final, a maioria dos estudantes conseguiu identificar o espectro eletromagnético. Sendo assim, dos 23 sujeitos que responderam os questionários, 20 conseguiram identificar corretamente a imagem que ilustrava o espectro eletromagnético.

Quanto ao item **b**, que investigava os estudantes sobre a relação existente entre o espectro eletromagnético e as “Cores”, dos 23 estudantes, 18 conseguiram fazer relações no questionário final. Algumas respostas dos estudantes foram:

**E5:** A região da luz visível é que a gente enxerga.

**E10:** O espectro eletromagnético representa na região do visível as cores que conseguimos ver, que varia do violeta ao vermelho.

**E13:** A região de luz visível tem relação com as cores, pois nem antes de 400 nm e nem depois de 720 nm podemos enxergar as cores.

**E16:** No espectro eletromagnético podemos dizer se é possível ver as cores ou não, depende da região.

A partir das respostas apresentadas pelos estudantes, foi possível perceber que os mesmos conseguiram relacionar o espectro eletromagnético com as cores que visualizamos, ou seja, com a região denominada de luz visível.

Com base nos itens **c**, **d** e **e**, presentes no questionário final que são referentes respectivamente a frequência, a energia e o comprimento de onda, muitos estudantes tiveram dificuldades em discutir. Um dos itens que foi menos discutido pelos estudantes foi o da energia em que apenas 6 estudantes mencionaram nas suas respostas. Algumas respostas dos estudantes quanto a esses itens foram:

**E2:** Violeta apresenta aumento na frequência e baixo comprimento de onda.

**E6:** Na cor violeta tem aumento da frequência que é proporcional a energia e diminui o comprimento de onda. Na cor vermelha tem uma diminuição de frequência e energia e aumento do comprimento de onda.

**E10:** A cor violeta tem baixo comprimento de onda e uma maior frequência comparando com a cor vermelha que é o contrário.

**E16:** A cor amarela tem energia aumentando e frequência também, porém, comprimento de onda diminuindo em relação a cor vermelha.

Foi possível identificar, através das respostas dos estudantes comparações entre algumas cores presentes na região denominada de luz visível em termos de frequência, comprimento de onda e também energia. A maioria dos estudantes



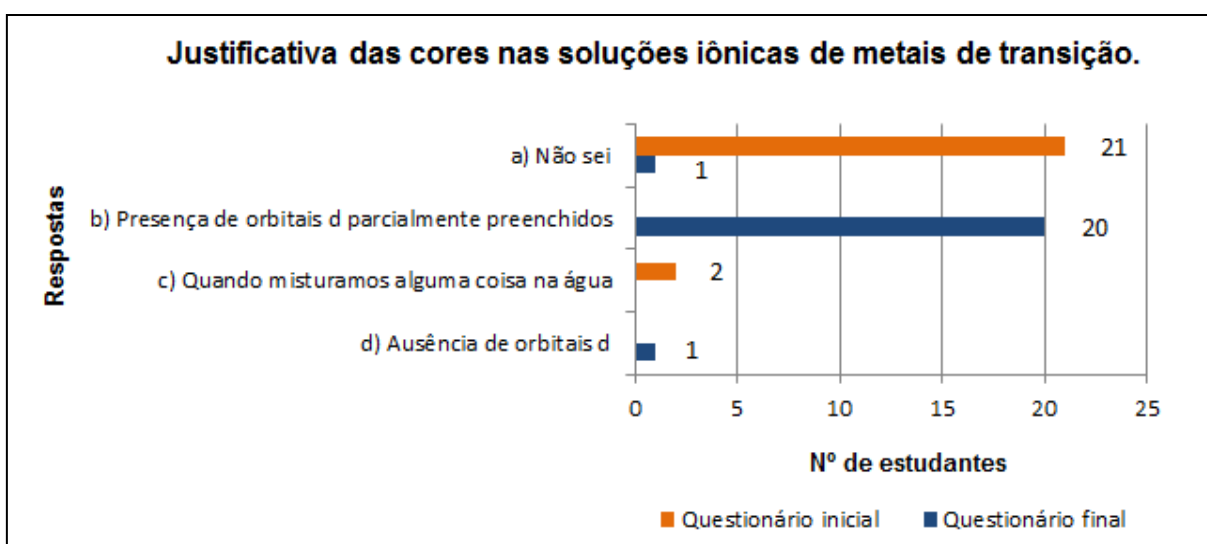
explicaram as cores considerando apenas a frequência e o comprimento de onda, como no caso do **E2** e **E10** e não relataram sobre a energia. Porém, um menor número de estudantes, como **E6** e **E16** mencionaram a energia para explicar.

A compreensão e interpretação do espectro eletromagnético requer entendimento dos itens que foram mencionados acima. No entanto, mesmo após os estudantes participarem das intervenções sobre esse assunto, os mesmos apresentaram dificuldades em interpretar adequadamente o espectro eletromagnético no questionário final. Com isso, acreditamos que um dos motivos que dificultou o entendimento do espectro eletromagnético foi o seu elevado nível de abstração e complexidade.

#### 4.2.1.7 Compreensão da cor em soluções iônicas de metais de transição

Na Figura 46, apresentamos as justificativas apresentadas pelos estudantes, no questionário inicial e final, quanto à presença de cor em soluções iônicas de metais de transição.

Figura 46 – Número de estudantes e as respostas referentes a questão sobre a presença de cor em soluções iônicas de metais de transição



Fonte: Autores.

No questionário aplicado inicialmente, em que os estudantes foram investigados sobre a presença de cor em soluções iônicas de metais de transição,

dos 23 estudantes que responderam, 21 não sabiam justificar o motivo da presença de cor e 2 estudantes mencionaram que:

**E6:** Pela mistura de alguma coisa na água.

**E10:** Sei que quando fizemos alguma experiência química se utilizamos alguma coisa na água de incolor passará a ter cor.

Dessa forma, inicialmente, nenhum estudante soube explicar corretamente essa questão, por meio dos aspectos científicos. Porém, no questionário final, em que os estudantes foram investigados novamente sobre a presença de cor em soluções iônicas de metais de transição, a maioria conseguiu relacionar com a presença de elétrons nos orbitais d parcialmente preenchidos, 1 estudante apenas não conseguiu explicar e outro confundiu e mencionou que a presença de cor era devido a ausência de elétrons nos orbitais d. Algumas respostas dos estudantes foram:

**E5:** Os orbitais d não podem estar preenchidos e nem vazios.

**E10:** O orbital deve estar parcialmente preenchido.

**E12:** Os orbitais d estão parcialmente preenchidos.

**E13:** Tem que ter orbital d e ser parcialmente completo.

Com base na evolução das repostas dos estudantes no questionário final, consideramos que a realização da segunda atividade experimental no terceiro momento da oficina temática, em que foram utilizadas diferentes soluções iônicas de metais de transição, bem como as explicações realizadas durante as intervenções colaboraram de forma positiva no entendimento da presença de cor em algumas soluções iônicas de metais de transição.

Além de responder aos questionários nessa primeira oficina temática, os estudantes também realizaram atividades ilustrativas e descritivas no decorrer das atividades experimentais (Apêndice D). Apresentaremos os resultados obtidos nessas atividades através das categorias:

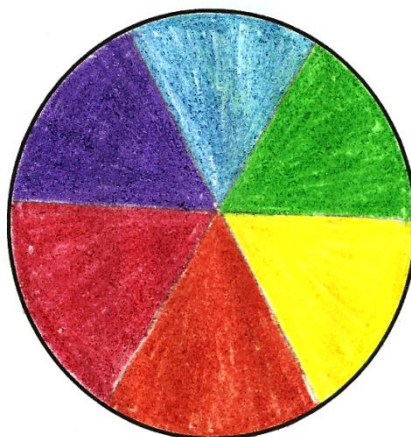
- Representação do disco de cores;
- Compreensão de conhecimentos químicos relacionados à temática “Cores”.

#### 4.2.1.8 Representação do disco de cores

Na primeira atividade experimental investigativa intitulada “Decomposição da luz branca”, que foi realizada no primeiro momento da oficina temática, os estudantes além de realizarem o experimento com o prisma de vidro óptico e o espectroscópio caseiro, anotaram as cores que visualizaram e posteriormente representaram as mesmas em um círculo, ou seja, em um disco de cores.

Dos 23 estudantes que realizaram essa atividade, 21 deles ilustraram corretamente o disco de cores. As cores que os estudantes visualizaram utilizando o prisma de vidro óptico e o espectroscópio caseiro foram representadas na ordem correta (violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho) e, além disso, foram representadas corretamente no círculo, em que as cores complementares ficaram opostas umas às outras. Dessa forma, a Figura 47 é um exemplo de um disco de cores representado corretamente pelo estudante **E6**.

Figura 47 - Disco de cores elaborado pelo estudante **E6**



Fonte: Autores.

Nessa atividade, 2 estudantes ilustraram o círculo de forma incorreta. O estudante **E25** não representou a ordem correta das cores no círculo (violeta, azul, amarelo, vermelho, laranja e verde), sendo assim, as cores complementares não ficaram opostas umas às outras (Figura 48). Já o estudante **E26** representou a

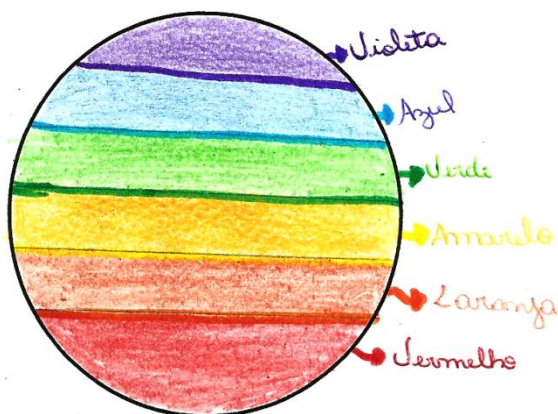
ordem correta das cores (violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho), porém, na horizontal (Figura 49), o que não remete ao círculo correto (Figura 47).

Figura 48 - Disco de cores elaborado pelo estudante **E25**



Fonte: Autores.

Figura 49 - Disco de cores elaborado pelo estudante **E26**



Fonte: Autores.

#### 4.2.1.9 Compreensão de conhecimentos químicos relacionados à temática “Cores”

A segunda e terceira atividade experimental desenvolvida nessa oficina temática foi denominada “Investigando a Química presente nas Cores” e foram realizadas no terceiro momento da oficina temática.

Na segunda atividade experimental investigativa, que está descrita no Capítulo 3 deste trabalho, foram utilizadas soluções iônicas de metais de  $\text{Ni}^{2+}$  (verde),  $\text{Cu}^{2+}$  (azul) e  $\text{Co}^{2+}$  (rosa/avermelhada), bem como materiais de fácil acesso para a construção de um instrumento para ser utilizado na prática.

Após a realização da atividade experimental os estudantes foram questionados sobre a mesma. Com isso, selecionamos alguns comentários dos estudantes sobre essa atividade:

**E12:** Que  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$  apresentam cores porque os orbitais d não estão completos. Cada cor refletida, que enxergamos, tem uma cor absorvida que aparece no CD.

**E16:** No CD aparece a cor absorvida oposta a cor da amostra.

**E18:** Nessa experiência é possível ver a cor absorvida por amostra no CD. Cada amostra tem cor por apresentar elétrons no orbital d parcialmente preenchidos.

**E27:** Nessa atividade podemos ver no CD a cor absorvida. A amostra é vermelha, então a cor que se destaca no CD é o verde, cor complementar.

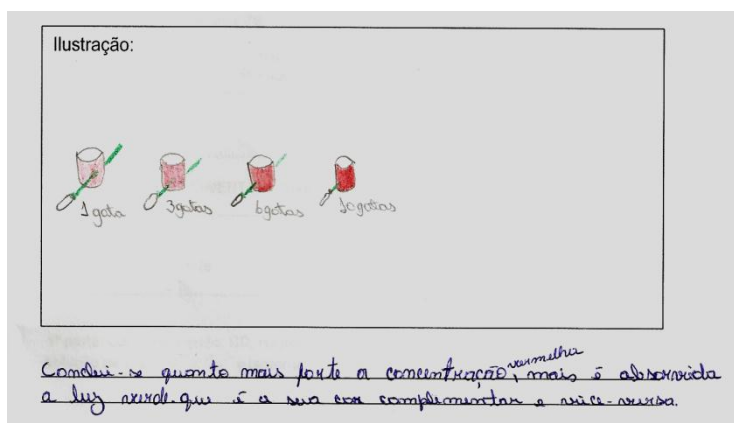
Com base nos comentários dos estudantes sobre a prática realizada, detectamos que dos 23 estudantes, 19 deles conseguiram compreender que a cor visualizada não é a mesma que é absorvida, pois elas são opostas, ou então, complementares. Outro aspecto que foi mencionado por 12 estudantes, como por exemplo, o **E12** e o **E18** foi sobre a presença de cor nas amostras que eles utilizaram, sendo que os mesmos afirmaram que era devido à existência de orbitais d parcialmente preenchidos.

Quanto à terceira atividade experimental investigativa, os estudantes utilizaram corantes alimentícios e raios *lasers* para o desenvolvimento da prática. Essa atividade está detalhadamente descrita no Capítulo 3 desta pesquisa.

Após o desenvolvimento do experimento, os estudantes tiveram que ilustrar e descrever o que havia acontecido com a luz vermelha e verde dos raios *lasers* nas amostras de corantes de cor vermelha e verde.

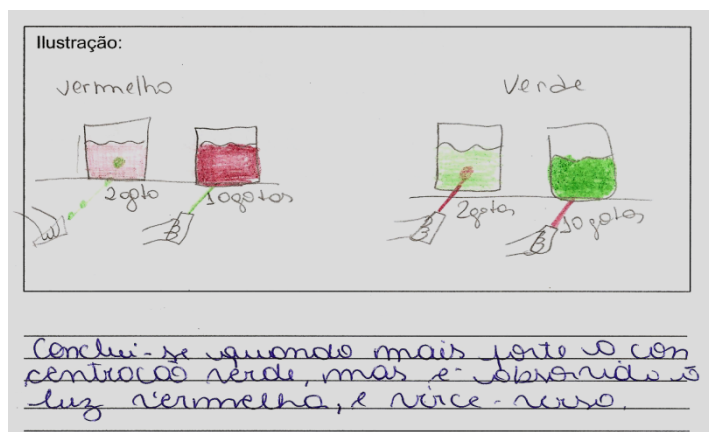
Todos os estudantes que realizaram essa atividade conseguiram representar e descrever de forma correta. Desta forma, selecionamos as atividades dos estudantes **E18** (Figura 50) e **E23** (Figura 51) para análise.

Figura 50 - Ilustração e descrição da terceira atividade pelo estudante **E18**



Fonte: Autores.

Figura 51 - Ilustração e descrição da terceira atividade pelo estudante **E23**



Fonte: Autores.

Através dos comentários dos estudantes **E18** e **E23**, é possível concluir que os mesmos conseguiram compreender a prática experimental, pois perceberam que com o aumento da concentração dos corantes, pela adição do número diferente de gotas dos corantes em cada solução, uma maior quantidade da luz do laser da cor oposta era absorvida pela amostra.

Desta forma, acreditamos que as práticas experimentais que foram desenvolvidas ajudaram a reforçar o entendimento dos assuntos relacionados à temática “Cores”, como por exemplo, o disco de cores, o espectro eletromagnético, a presença de cor em soluções iônicas de alguns metais de transição entre outros, já apresentados na organização do conhecimento.

#### **4.2.2 Oficina temática: “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”**

A oficina temática “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos” foi dividida em duas partes durante a aplicação. A 1ª parte desenvolvida foi referente aos corantes naturais em alimentos e a 2ª parte foi referente aos corantes artificiais em alimentos.

Nessa oficina, foram utilizados como meio de coleta de dados: questionários (inicial e final), atividades descritivas e estudo de casos. No primeiro momento, os dados foram obtidos através da aplicação de um questionário inicial (Apêndice F).

O questionário inicial teve por finalidade conhecer as concepções dos estudantes com relação à utilização de corantes em alimentos, averiguar se os sujeitos participantes da pesquisa conheciam as diferenças entre corantes naturais e artificiais, e por fim, verificar seus conhecimentos relacionados ao conteúdo de funções orgânicas.

As atividades descritivas foram realizadas pelos estudantes após o desenvolvimento da atividade experimental na 1ª parte da oficina temática, referente aos corantes naturais em alimentos (Apêndice G). Já os estudos de casos foram debatidos e posteriormente respondidos pelos estudantes após a abordagem teórica, da 2ª parte da oficina temática, referente aos corantes artificiais em alimentos.

No final dessa oficina temática, os estudantes responderam um questionário final semelhante ao inicial, para posterior comparação (Apêndice H).

As respostas dos estudantes obtidas nos questionários foram analisadas e comparadas conforme as seguintes categorias:

- Concepções dos estudantes sobre corantes naturais e artificiais;
- Identificação das funções orgânicas.

#### 4.2.2.1 Concepções dos estudantes sobre corantes naturais e artificiais

A fim de conhecer as concepções dos estudantes, sobre o emprego de corantes em alimentos, fizemos os seguintes questionamentos: Você sabe por que são utilizados corantes em alimentos? De acordo com seus conhecimentos, qual é a diferença dos corantes naturais e dos corantes artificiais presentes nos alimentos?

Dos 29 estudantes participantes da pesquisa, 21 responderam o questionário inicial e final, sendo assim, iremos considerar apenas as respostas destes estudantes para os questionamentos.

No primeiro questionamento sobre a utilização de corantes em alimentos, todos os estudantes responderam o questionário inicial e final corretamente. Algumas respostas referentes ao questionamento foram:

**E6:** Acho que é pra associar o sabor de um alimento a uma cor. Exemplo: Uma bala sabor laranja, será da cor laranja.

**E11:** São utilizados para dar cor para os alimentos.

**E18:** Para dar cor e deixar com uma aparência melhor.

**E19:** Para tornar um alimento mais atrativo.

Com base nas respostas apresentadas pelos estudantes, verificamos que os mesmos apresentam concepções corretas quanto ao uso de corantes em alimentos, que é para dar cor aos alimentos, ou seja, torná-los mais atrativos. O comentário realizado pelo estudante **E6** foi bem interessante, pois ele fez relação do sabor de um alimento com a cor, sendo essa uma técnica utilizada por indústrias alimentícias, em que corantes são adicionados para dar cor aos produtos de sabores específicos, como no caso da bala de sabor de laranja, o corante adicionado na bala é laranja para relacionar com o seu sabor.

O segundo questionamento realizado aos estudantes, que fazia menção as diferenças entre os corantes naturais e artificiais, foi realizado no questionário inicial e final, sendo assim, iremos analisar as concepções dos estudantes pré e pós as atividades. Algumas respostas inicialmente apresentadas pelos estudantes foram:

**E6:** Eu acho que os corantes naturais são mais saudáveis que os artificiais.

**E18:** Naturais são próprios dos alimentos e artificiais são produzidos quimicamente no laboratório.



**E20:** Não sei.

**E24:** Os corantes artificiais são prejudiciais a nossa saúde e os naturais não.

Dos 21 estudantes que responderam ao questionário, 10 acreditavam que os corantes artificiais são prejudiciais ou menos saudáveis que os naturais, como seguem os estudantes **E6** e **E24**, 5 estudantes não sabiam diferenciar corantes naturais de artificiais, como no caso do estudante **E20** e 6 estudantes afirmaram que os corantes naturais são próprios dos alimentos e os corantes artificiais são produzidos no laboratório, como sugere o estudante **E18**.

Nesse questionamento, a maioria dos estudantes consideraram que os corantes naturais são mais saudáveis e não são prejudiciais a nossa saúde quando comparado aos corantes artificiais. Porém, essa visão apresentada por esses estudantes pode ser vista como equivocada, pois ambos os corantes apresentam vantagens e desvantagens. Desta forma, detectamos que inicialmente, esses estudantes não apresentaram conhecimentos específicos com relação às vantagens que os corantes artificiais podem apresentar em relação aos naturais.

No questionário final, quando os estudantes foram investigados novamente a respeito das diferenças entre os corantes naturais e artificiais, as respostas apresentadas pelos mesmos foram:

**E6:** Os corantes naturais são obtidos da cenoura, beterraba, pimentão e os artificiais são sintetizados em laboratório. Ambos podem ser utilizados para dar cor aos alimentos.

**E16:** Alguns corantes naturais da mesma forma que os artificiais podem fazer mal a saúde. Quando consumido em grande quantidade alimentos com corantes artificiais podem causar até mesmo alergias.

**E20:** Corantes naturais presentes em frutas, verduras e corantes artificiais presentes em gomas, sucos.

**E26:** Corantes naturais são encontrados em legumes e artificiais nos sucos, refrigerante, balas.

No questionário final, quando os estudantes foram investigados sobre as diferenças entre os corantes naturais e artificiais, dos 21 estudantes, 16 diferenciaram os corantes naturais e artificiais com exemplos de onde podem encontrados, conforme os estudantes **E6**, **E20** e **E26** e 5 estudantes relataram sobre

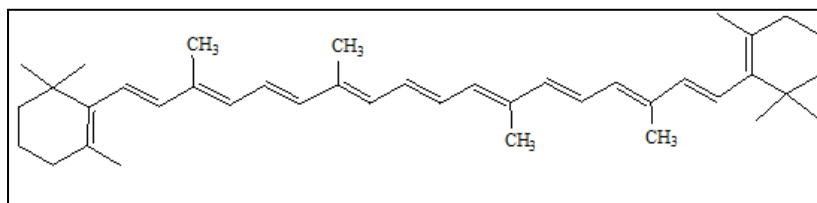
os malefícios que os corantes podem causar a nossa saúde, como no caso do **E16**, porém já analisando com mais critérios que anteriormente.

#### 4.2.2.2 Identificação das funções orgânicas

Para avaliar a evolução do conhecimento químico relacionado ao conteúdo de funções orgânicas, foi solicitado aos estudantes que respondessem duas questões objetivas para a identificação de grupos funcionais em compostos de corantes no questionário inicial (Apêndice F). No final da oficina temática “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”, os estudantes responderam a um questionário final, semelhante ao inicial, em que novamente teriam que identificar as funções orgânicas em compostos corantes (Apêndice H).

A primeira questão objetiva, relacionada a identificação de funções orgânicas, apresentava a estrutura química do  $\beta$ -caroteno, principal pigmento da cenoura (Figura 52).

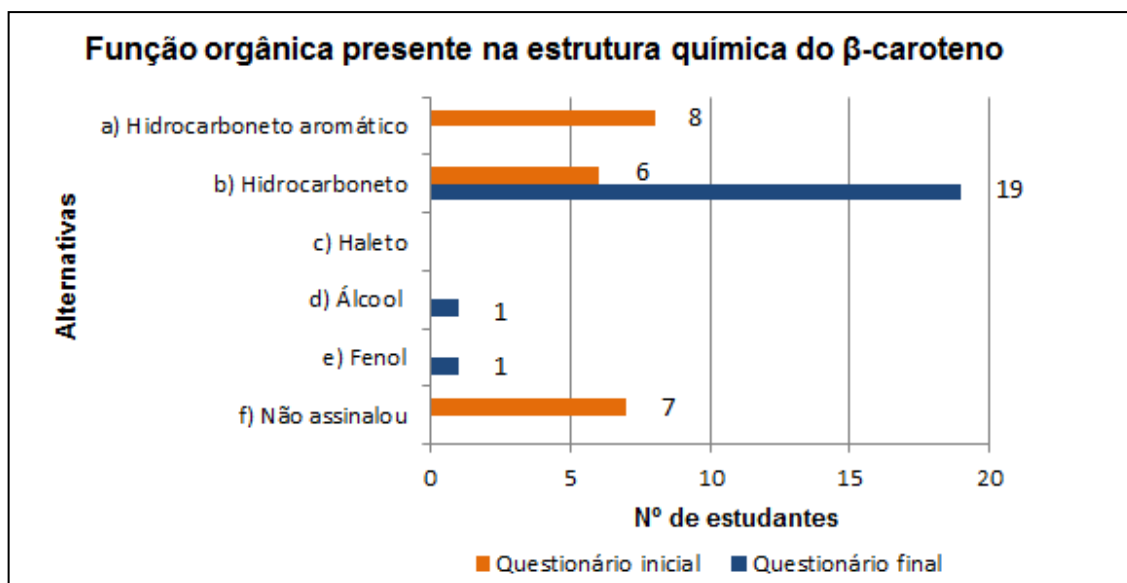
Figura 52 - Estrutura química do  $\beta$ -caroteno



Fonte: Autores.

Nessa questão, os estudantes deveriam analisar a estrutura e escolher uma entre as cinco alternativas propostas: (a) hidrocarboneto aromático, (b) hidrocarboneto, (c) haleto, (d) álcool e (e) fenol. Na Figura 53, estão representadas as alternativas e as escolhas realizadas pelos estudantes que responderam ao questionário inicial e final. No gráfico incluímos a alternativa f (não assinalou), pois 7 estudantes não fizeram a escolha de nenhuma alternativa inicialmente.

Figura 53 - Número de estudantes e as alternativas assinaladas na identificação da função orgânica presente na estrutura química do  $\beta$ -caroteno



Fonte: Autores.

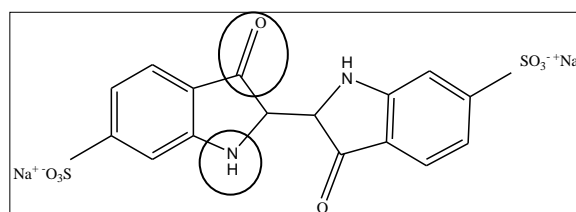
No questionário inicial, dos 21 estudantes que responderam, apenas 6 assinalaram a alternativa correta, que corresponde a letra **b (hidrocarboneto)**, 8 estudantes confundiram e marcaram a alternativa incorreta, que corresponde a letra **a (hidrocarboneto aromático)** e 7 deles não assinalou nenhuma das alternativas.

Nessa questão, acreditamos que os estudantes inicialmente confundiram a alternativa **a (incorreta)** com a alternativa **b (correta)**, devido à semelhança na grafia das alternativas, bem como a similaridade entre as estruturas dos compostos aromáticos, anéis de seis membros totalmente insaturados, e as do  $\beta$ -caroteno anéis de seis membros alicíclicos com uma insaturação, presente na questão. O  $\beta$ -caroteno é um composto classificado como um hidrocarboneto alceno conjugado, pois sua estrutura química é constituída por ligações duplas intercaladas.

Através da análise da mesma questão no questionário final, verificamos que dos 21 estudantes que responderam ao questionário, 19 assinalaram a alternativa correta e apenas 2 não conseguiram. Percebemos no questionário final, que nenhum estudante assinalou a alternativa **a**, que havia sido assinalada por vários estudantes inicialmente. Desta forma, acreditamos que a explicação e a revisão realizada sobre as funções orgânicas durante a oficina temática tenham colaborado para um melhor entendimento das funções orgânicas.

A segunda questão objetiva, relacionada à identificação de funções orgânicas, apresentava a estrutura química do corante artificial azul de indigotina, pertencente a classe dos corantes indigoides (Figura 54).

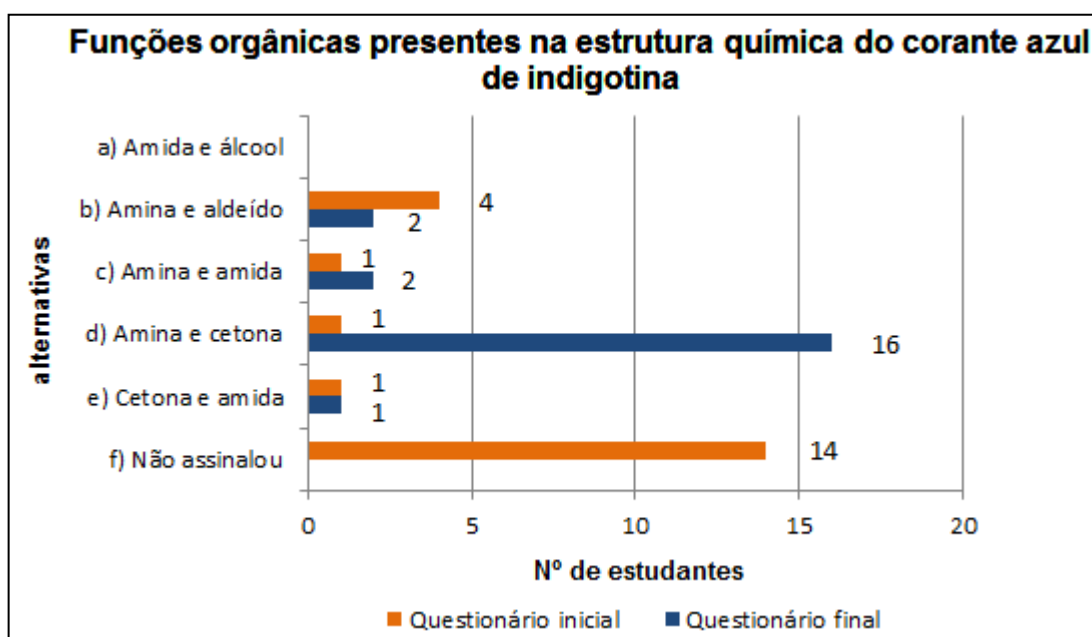
Figura 54 - Estrutura química do corante azul de indigotina



Fonte: Autores.

Nessa questão, os estudantes deveriam analisar a estrutura, identificar os dois grupos funcionais que estavam circulos e escolher uma alternativa entre as cinco propostas: (a) amida e álcool, (b) amina e aldeído, (c) amina e amida, (d) amina e cetona e (e) acetona e amida. Na Figura 55, estão representadas as alternativas e as escolhas realizadas pelos estudantes que responderam ao questionário inicial e final. No gráfico incluímos a alternativa f (não assinalou), pois 14 estudantes não fizeram a escolha de nenhuma alternativa inicialmente.

Figura 55 - Número de estudantes e as alternativas assinaladas na identificação das funções orgânicas presentes na estrutura química do corante azul de indigotina



Fonte: Autores.

No questionário inicial, dos 21 estudantes que responderam, apenas 1 assinalou a alternativa correta, que é correspondente a alternativa **d (amina e cetona)**, 14 não assinalaram nenhuma das alternativas e 6 estudantes assinalaram alternativas diversas, em que apenas uma das funções orgânicas estavam corretas. Acreditamos que o grande número de questões não assinaladas, seja devido aos estudantes não apresentarem conhecimento sobre as funções orgânicas indicadas na estrutura química, pois não haviam estudado ainda.

Os estudantes que fizeram escolha da alternativa **b (amina e aldeído)** conseguiram identificar corretamente a presença da função orgânica amina, porém tiveram dificuldades em distinguir as funções que apresentam o grupo carbonila, sendo assim, confundiram cetona com aldeído. Algumas pesquisas como a de Oliveira, Macêdo e Júnior (2012); Pazinato e Braibante (2014a), corroboram com isso, pois também verificaram nas suas pesquisas confusões como essas.

Outra dificuldade detectada foi à escolha da **alternativa e (cetona e amida)**, em que a função orgânica cetona foi identificada corretamente, porém a função amina foi confundida com amida, pois ambas apresentam o nitrogênio presente.

No questionário final, os estudantes tiveram alguns avanços, quanto a essa questão comparando com o questionário inicial, pois dos 21 estudantes, 16 conseguiram identificar corretamente as funções. Com base nisso, acreditamos que a explicação no decorrer da oficina temática sobre funções orgânicas, bem como a identificação das mesmas em estruturas químicas polifuncionais de corantes tenham colaborado para um melhor entendimento das funções orgânicas, mesmo que alguns estudantes, ainda continuaram apresentando dificuldades e assinalaram alternativas incorretas.

Além de responder aos questionários, 21 estudantes também responderam atividades descritivas após a realização da prática experimental investigativa denominada “Extração e separação de corantes naturais”, referente a 1ª parte da oficina (Apêndice G). Os dados obtidos nessas atividades foram analisados a partir das categorias:

- Compreensão do experimento: “Extração e separação de corantes naturais”;
- Compreensão sobre densidade.

#### *4.2.2.3 Compreensão do experimento: “Extração e separação de corantes naturais”*

Nessa atividade descritiva, o objetivo foi analisar as ideias dos estudantes com relação à prática experimental investigativa denominada “Extração e separação de corantes naturais”. Com isso, solicitamos para os estudantes discutirem o que havia ocorrido no experimento que realizaram, sendo que anteriormente a realização do mesmo foi apresentada uma breve revisão sobre: polaridade, densidade e outros. Algumas respostas dos estudantes sobre o experimento que realizaram foram:

**E1:** Com água, acetona e etanol, que são polares ocorreu a extração dos corantes dos alimentos, devido a polaridade ser parecida. Com o hexano e dicloroetano, que são apolares não ocorreu extração dos corantes.

**E11:** Com água, acetona e etanol se misturaram os corantes, devido a polaridade. Hexano e dicloroetano não se misturam com os corantes, polaridades diferentes e densidades diferentes.

**E12:** Água, acetona e etanol ocorreu extração dos corantes dos alimentos testados, eles se misturam, continuando com a mesma cor. Hexano e dicloroetano não ocorreu extração, por causa da polaridade, um polar e outro apolar e um mais denso que o outro, por isso separa.

**E20:** Água, acetona e etanol extrairão os corantes, polar com polar e hexano e dicloroetano não extraíram porque é apolar.

Através das respostas dos estudantes, detectamos que eles conseguiram compreender a técnica de extração de corantes em alimentos, pois mencionaram nas suas respostas que os solventes polares (água, etanol e acetona) extraíram os corantes presentes nas amostras de alimentos, devido à semelhança de polaridade entre os corantes e os solventes que foram testados, “se misturaram”, ou seja, são miscíveis, devido a isso, foi possível fazer a extração.

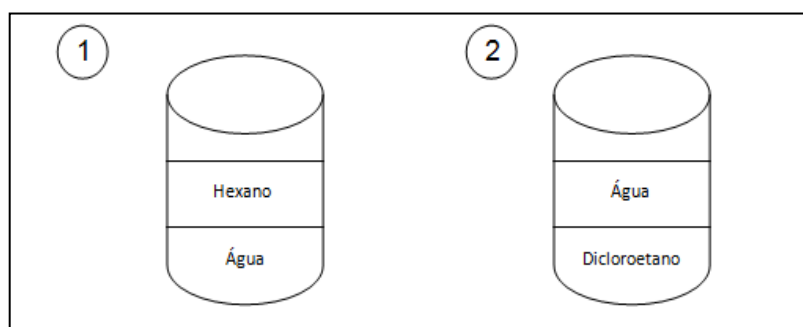
Já com os solventes apolares (hexano e dicloroetano) que foram testados, os estudantes citaram que não ocorreu extração, pois havia diferença de polaridade, ou seja, os corantes apresentaram características polares, por isso, não se verificou extração com os solventes que são apolares, “não se misturaram”, ou seja, são imiscíveis. Desta forma, alguns estudantes também relataram que além de não ocorrer à extração, havia uma diferença de densidade.

Nessa atividade descritiva, todos os estudantes conseguiram expor suas ideias de forma correta sobre o experimento que realizaram. Acreditamos que a realização da prática experimental investigativa, tenha colaborado para esse entendimento, pois os estudantes observaram, discutiram com os colegas durante a realização do experimento e anotaram suas conclusões.

#### 4.2.2.4 Compreensão sobre densidade

Nessa atividade, apresentamos para os estudantes ilustrações de recipientes, em que havia a presença de solventes imiscíveis (Figura 56).

Figura 56 - Representação de recipientes com solventes imiscíveis



Nessa atividade, solicitamos para os estudantes explicações para a ilustração apresentada. Algumas explicações mencionadas pelos estudantes foram:

**E12:** No primeiro exemplo a água é mais densa, por isso ela fica na parte de baixo e o hexano é menos denso e fica em cima, separados. No outro exemplo, o dicloroetano tem a densidade maior que da água, por isso a água fica em cima.

**E16:** 1- Hexano é apolar diferente da água que é polar, por isso não se misturam e o hexano também é menos denso que a água. 2- Água é polar diferente do dicloroetano que é apolar, por isso não se misturam e a água é menos densa do que o dicloroetano.

**E20:** O hexano tem densidade 0,67 menor do que a densidade da água e fica na parte de cima e a água na parte de baixo. O dicloroetano no outro exemplo, fica na parte de baixo por apresentar densidade maior que a da água.

**E25:** A água tem maior densidade que o hexano, por isso fica na parte de baixo, já no outro exemplo, o dicloroetano possui maior densidade que a água e desce.

Para essa questão, dos 21 estudantes, 19 conseguiram esclarecer o que estava representado na ilustração e apenas 2 não conseguiram (não responderam a atividade). Conforme as respostas apresentadas pelos estudantes, detectamos que eles conseguiram interpretar corretamente a atividade, pois mencionaram a diferença de densidade e identificaram os solventes que apresentam maior e menor densidade.

Acreditamos que a realização da prática experimental de extração dos corantes com diferentes solventes, permitiu o entendimento do assunto da densidade por parte dos estudantes, pois a visualização da formação das duas fases imiscíveis durante a realização do experimento fez com que os estudantes se questionassem sobre o que havia presente em cada fase, discutissem no grupo, para posteriormente cada um elaborar a sua conclusão.

Por fim, na 2ª parte da oficina, referente aos corantes artificiais, os estudantes elaboraram uma carta resposta para os estudos de casos denominados: Caso 1 - "Sintomas alérgicos" e Caso 2 - "Lote de gomas" (apresentados no Capítulo 3). Cada turma foi dividida em 2 grupos, sendo que cada grupo recebeu um caso diferente para resolver, totalizando em 4 grupos. Os casos foram resolvidos pelos estudantes em sala de aula e os componentes de cada grupo estão representados no Quadro 10.



Quadro 10 - Componentes de cada grupo e seus respectivos casos

<b>Grupo</b>	<b>Componentes</b>	<b>Casos</b>
1	E2, E3, E7, E8, E11	2
2	E17, E20, E25, E27	2
3	E1, E4, E6, E10, E12	1
4	E14, E16, E18, E26, E29	1

Fonte: Autores.

Com isso, a partir das cartas respostas elaboradas pelos estudantes, para análise criamos a seguinte categoria:

- Soluções para os casos “Sintomas alérgicos” e “Lote de gomas”

#### 4.2.2.5 Soluções para os casos “Sintomas alérgicos” e “Lote de gomas”

Os grupos não apresentaram dificuldades com relação à interpretação dos problemas presentes em cada caso, sendo assim, os casos “Sintomas alérgicos” e “Lote de Gomas”, podem ser considerados “estruturados”, segundo a classificação de Sá (2010). Nesses casos, os problemas a serem solucionados são considerados de fácil detecção.

Para a resolução dos casos, Caso 1 – “Sintomas alérgicos” e Caso 2 – “Lote de gomas” os estudantes elaboraram uma carta respectivamente para Maria Valentina e Sr. Jaca Pinheiro personagens fictícios de cada caso. Durante a resolução dos casos, os estudantes tiveram acesso ao material de apoio disponibilizado no começo das intervenções e também receberam rótulos de alimentos (gomas, *marshmallows* e outras) que serviram como fonte de pesquisa para auxiliá-los na escrita das cartas. Os estudantes tiveram 2 horas/aula para pesquisar e responder os casos.

Primeiramente, iremos apresentar e discutir a solução do problema presente no Caso 1 – “Sintomas alérgicos”, em que os estudantes aplicaram seus conhecimentos e utilizaram informações que acreditaram ser relevantes para explicar da melhor maneira possível para Maria Valentina o resultado do seu exame

médico, através de uma carta. As cartas produzidas pelos integrantes dos grupos foram:

**Grupo 3:** Prezada. Depois de analisarmos as amostras em nome de: Maria Valentina, concluímos: A paciente apresenta alergia a algumas substâncias como tartrazina e amarelo crepúsculo (corantes de alimentos). A alergia foi provocada devido ao excesso na ingestão de certos alimentos industrializados, como: gomas, amendoim açucarado, *marshmallow* e outros que apresentam essas substâncias presentes para dar cor. Atenciosamente, Central clínicas.

**Grupo 4:** Olá Maria Valentina, analisamos o resultado do seu exame e através do mesmo constatamos que os ingredientes presentes nos doces que você costumava comer são principalmente corantes artificiais e você apresenta alergia a dois deles: tartrazina e amarelo crepúsculo. Alguns corantes artificiais podem causar desde simples urticárias, passando por asma, reações imunológicas e outras.

Esses corantes presentes nos alimentos que você costumava comer possuem a finalidade de dar uma aparência melhor aos alimentos. Quando esses alimentos substituem nossa refeição, podem fazer mal a nossa saúde, assim esses alimentos devem ser consumidos apenas para satisfazer nosso paladar, mas não em excesso.

Através das cartas produzidas pelos grupos 3 e 4, identificamos que os mesmos conseguiram detectar o sintoma alérgico de Maria Valentina, que foi manifestado devido ao consumo elevado de doces industrializados. Ambos os grupos, também conseguiram identificar quais as substâncias, ou seja, os corantes artificiais que Maria Valentina apresentava alergia (tartrazina e amarelo crepúsculo). O **Grupo 4**, ainda mencionou na carta a finalidade dos corantes artificiais presentes nos alimentos, de acordo com eles servem para “dar uma aparência melhor aos alimentos” e também citaram outros malefícios que podem causar os corantes artificiais “desde simples urticárias, passando por asma, reações imunológicas e outras” . Desta forma, evidenciamos que os estudantes realizaram uma pesquisa sobre o assunto que estávamos tratando no caso, cumprindo com os objetivos da aplicação da metodologia que é estimular a pesquisa.

Com relação ao Caso 2 – “Lote de gomas”, da mesma forma que no caso anterior, os estudantes aplicaram seus conhecimentos e utilizaram informações que acreditaram ser relevantes para solucionar o caso e explicar da melhor forma possível para o Sr. Jaca Pinheiro a alteração ocorrida no lote de gomas que ele recebeu no seu mercado, através de uma carta. As cartas produzidas pelos grupos foram:

**Grupo 1:** Sr. Jaca, a finalidade do uso de corantes artificiais nas gomas é dar cor, porém na tabela consta que os produtos estão alterados com o dobro da quantidade permitida de alguns corantes.

Seu consumo, neste caso, pode trazer alguns sintomas como náuseas, vômitos, tontura, alergia, dores de barriga entre outros. Consideramos uma ação justa a empresa ressarcir seus produtos, pois o erro cometido foi dela.

**Grupo 2:** Prezado Sr. Jaca, viemos a comunicar-lhe a finalidade do uso de aditivos químicos (corantes artificiais) nas gomas são para torná-las mais atrativas e saborosas.

Através da tabela, pode ser comprovado que a empresa Goma e CIA dobrou a quantidade permitida de corante.

Com este erro, poderia trazer malefícios para as pessoas que o ingerissem, por exemplo: asma, reações imunológicas, tonturas e doenças na pele, como: alergias.

Consideramos que a posição da empresa foi correta, porque é o dever da empresa ressarcir, para que nenhuma pessoa saia prejudicada.

Por meio das cartas produzidas pelos grupos 1 e 2, percebemos que os estudantes conseguiram explicar corretamente o motivo da troca do lote de gomas, sendo que deixaram claro que foi devido a presença do dobro da quantidade de determinados corantes no produto. Ambos os grupos, comentaram sobre a presença dos corantes nas gomas e também de alguns malefícios que poderiam ocorrer caso esse lote não fosse trocado. Além disso, os grupos consideraram justa a ação da empresa, quanto à troca do produto, ou seja, eles são favoráveis ao que a empresa fez.

No decorrer da resolução de ambos os casos, percebemos um maior envolvimento dos estudantes nos grupos, sendo assim, acreditamos que os casos possibilitaram uma maior discussão relacionada ao assunto dos corantes artificiais, abordado na 2ª parte da segunda oficina temática.

Após as discussões sobre os casos, os grupos tiveram que tomar decisões e chegar a uma determinada conclusão para responder aos casos. Desta forma, o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão implica na necessidade de vinculação entre o assunto ou conteúdo trabalhado e o contexto social em que os estudantes estão inseridos (SANTOS e SCHNETZLER,1996).

### **4.2.3 Mapas mentais**

O conceito de mapa mental surgiu na década de 70 por Tony Buzan. Em uma das obras de Buzan, denominada “Mapas Mentais”, o mesmo caracteriza os mapas como um método de armazenar, organizar e priorizar informações, em geral no

papel, utilizando palavras ou imagens, que desencadeiam lembranças específicas e estimulam novas reflexões e ideias. Os mapas mentais, de acordo com o autor, devem ser desenhados no formato de um neurônio para estimular o cérebro a trabalhar com maior rapidez e eficiência (BUZAN, 2009).

Buzan (2009) destaca que os mapas mentais podem ser utilizados para qualquer propósito da vida, no trabalho, na vida social e também na escola, nesse último, os mapas podem ser empregados como: leitura, revisão de um conteúdo, anotações, desenvolvimentos de ideias entre outros.

As principais vantagens dos mapas mentais são: a ideia principal é definida com nitidez; as ideias mais importantes são reconhecidas de imediato no centro do mapa; a revisão de informações é eficiente e rápida; a estrutura do mapa mental permite que conceitos adicionais sejam prontamente acrescentados; todo mapa mental é uma criação única e, por isso, faz com que as lembranças sejam mais exatas (BUZAN, 2009).

Antes de dar início à primeira oficina temática, foram apresentadas aos estudantes as principais regras para a elaboração de mapas mentais, para posteriormente os mesmos confeccionarem os seus mapas mentais relacionados à temática “Cores”. Os mapas mentais foram elaborados pelos estudantes em três diferentes estágios, com o propósito de averiguar a evolução dos conteúdos e dos conhecimentos científicos que foram apresentados durante as oficinas temáticas, por meio da análise dos mapas construídos pelos estudantes.

Para a elaboração de mapas mentais eficientes, Tony Buzan (2009), sugeriu algumas regras:

→ Para elaborar mapas mentais é preciso: folhas brancas (orientação de paisagem) e canetas coloridas;

→ O mapa mental é desenhado como um neurônio e projetado para estimular o cérebro a trabalhar com mais rapidez e eficiência;

→ Em vez de partir de um ponto inicial e continuar linearmente, passo a passo, até chegar ao fim, o mapa mental começa com um conceito central e se expande de dentro para fora, englobando os detalhes;

→ As ideias mais importantes são reconhecidas de imediato no centro do mapa mental;

→ Um mapa mental bem sucedido tem, em essência, uma imagem ou palavra central que representa seu objetivo;

- Variar o tamanho da fonte no mapa mental transmite a ideia de hierarquia;
- Utilizar imagens no mapa mental, o tornará mais atrativo;
- Para cada ramificação primária (conectada à palavra ou imagem central) deve ser escrita uma palavra que você associe ao assunto (esses são seus pensamentos principais). A seguir, crie ramificações secundárias e terciárias para os respectivos pensamentos associados;
- Não desenhe linhas retas e sim curvas;
- Use setas quando quiser fazer conexões entre as ramificações.

Dessa forma, as regras propostas por Buzan (2009) foram às mesmas sugeridas aos estudantes da 3ª série do Ensino Médio que serviram como subsídio para a elaboração dos seus mapas mentais.

Os estudantes elaboraram três mapas mentais em diferentes estágios da aplicação da pesquisa: o 1º mapa mental foi elaborado antes do desenvolvimento da primeira oficina temática (mapa inicial), já o 2º mapa mental foi confeccionado no final da primeira oficina temática (mapa intermediário) e o 3º mapa mental foi realizado no final da segunda oficina temática (mapa final).

Para realizar a análise dos mapas mentais, criamos a categoria conceitos científicos e as subcategorias:

Subcategoria 1 - Sem relação **(SR)**;

Subcategoria 2 - Pouca relação **(PR)**;

Subcategoria 3 - Grande Relação **(GR)**.

A Subcategoria 1, intitulada “Sem relação”, foi escolhida para representar os mapas mentais confeccionados pelos estudantes que não apresentaram nenhuma relação da temática “Cores” com os conceitos científicos.

A Subcategoria 2, “Pouca relação”, foi eleita para representar os mapas mentais que apresentaram no máximo duas relações da temática em estudo com os conceitos científicos.

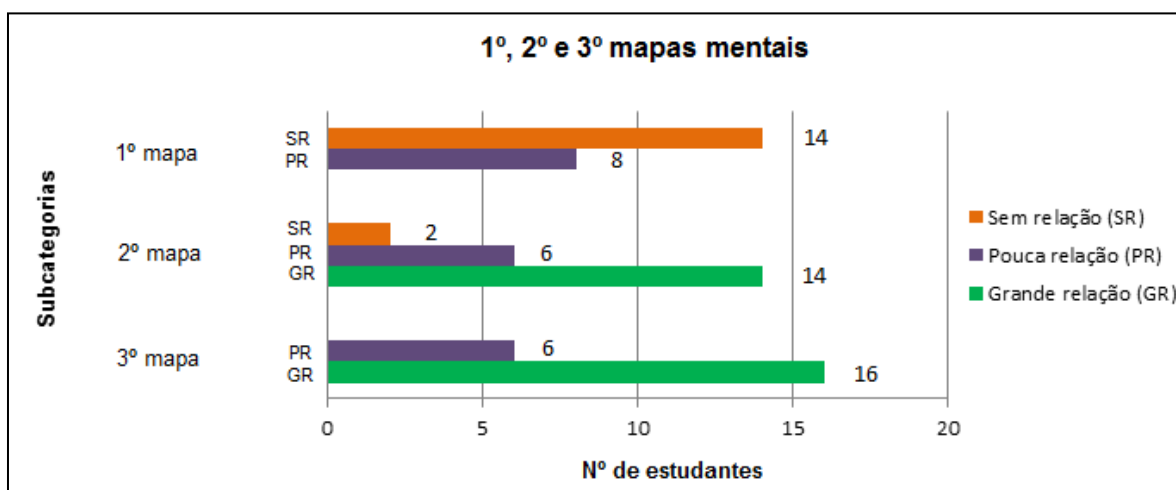
Já a Subcategoria 3, denominada “Grande relação”, foi escolhida para representar os mapas mentais mais elaborados, ou seja, que apresentaram três ou mais relações da temática “Cores” com os conceitos científicos.

Para a análise e discussão dos resultados dos mapas mentais, foram considerados 22 sujeitos dentre os 29 que participaram da pesquisa, devido a não elaboração dos três mapas mentais por todos os estudantes, desta forma foram

considerados somente os mapas mentais dos estudantes que confeccionaram os três mapas no decorrer da pesquisa.

Com isso, a partir das três subcategorias criadas: **SR**, **PR** e **GR**, os três mapas mentais de 22 estudantes, foram categorizados (Figura 57).

Figura 57 - Subcategorias dos mapas mentais



Fonte: Autores.

A partir da análise do gráfico da Figura 57, percebemos que o 1º mapa mental elaborado pelos estudantes, não apresentava relação ou apresentava pouca relação com conceitos científicos relacionados à temática “Cores”. Dentre os 22 estudantes, 14 não conseguiram identificar no mapa nenhuma relação com conceitos científicos, apenas 8 estudantes conseguiram fazer alguma relação, por exemplo, com alguma disciplina ou assunto para ser abordado através da temática. Nenhum mapa, antes da realização das intervenções apresentou características para a Subcategoria 3, grande relação com conceitos científicos (**GR**). Desta forma, os mapas mentais, confeccionados no estágio inicial pelos estudantes, apresentaram relações principalmente com aspectos relacionados ao cotidiano, como: natureza, roupas, alimentos, objetos entre outras.

Através da análise dos mapas mentais, confeccionados pelos estudantes após o término da primeira oficina (2º mapa), foi possível perceber uma evolução nas relações que os mesmos conseguiram fazer com os conceitos científicos que

foram abordados durante a 1ª oficina relacionados à temática “Cores”. Apenas 2 estudantes, não conseguiram relacionar a temática com conceitos científicos, 6 fizeram poucas relações, e a maioria, ou seja, 14 estudantes conseguiram fazer grandes relações das “Cores” com conceitos científicos. Com isso, acreditamos que a 1ª oficina tenha colaborado de forma positiva para isso, pois os estudantes lembravam assuntos e conceitos científicos que foram abordados no decorrer do seu desenvolvimento, como: prisma, luz, cones, bastonetes, corantes, espectro eletromagnético, comprimento de onda entre outros.

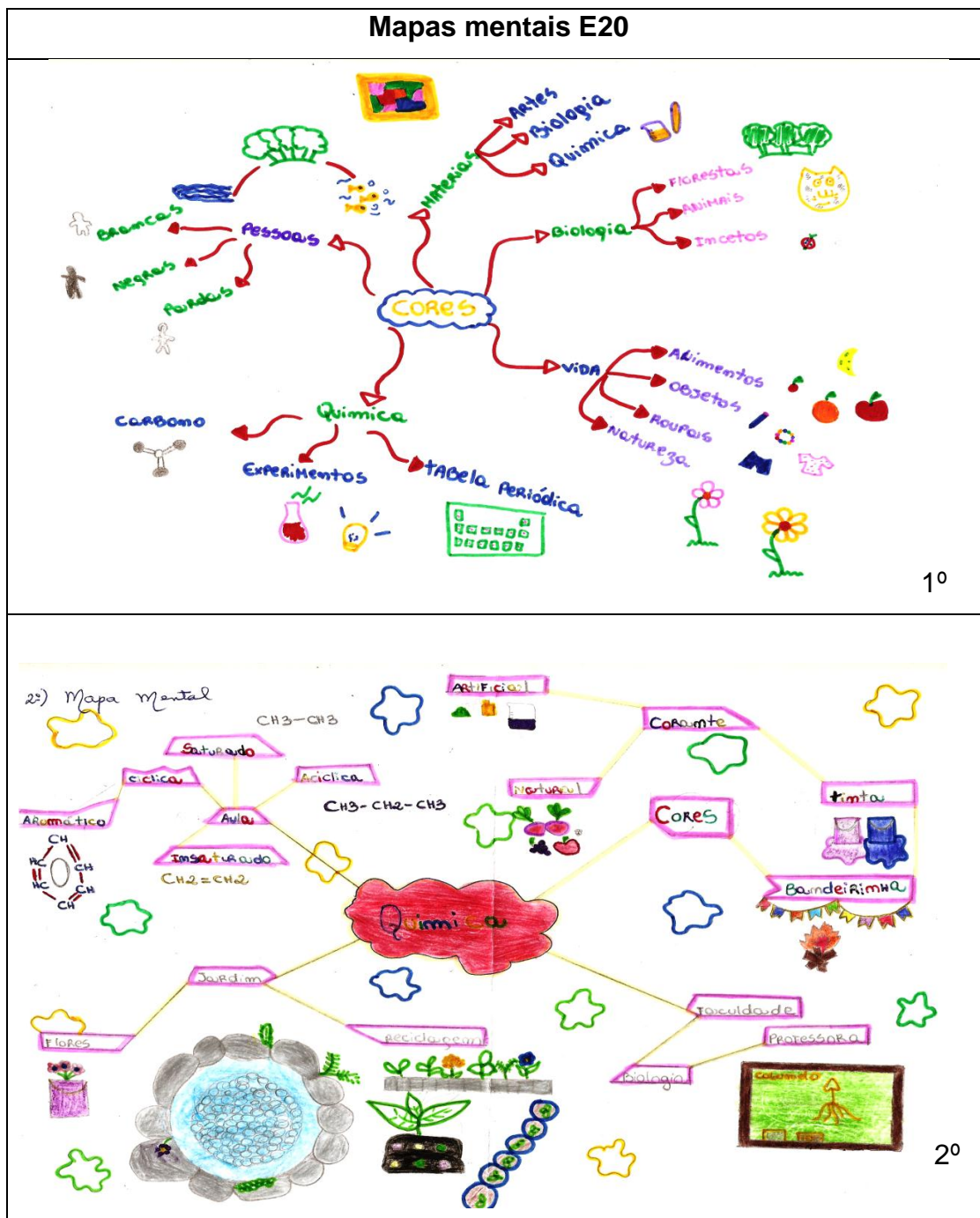
Com relação ao último mapa mental, confeccionado no final da segunda oficina, foi possível perceber que todos os estudantes conseguiram fazer relações das “Cores” com os conceitos científicos que foram abordados durante as intervenções. Porém, 6 estudantes apresentaram pouca relação com conceitos científicos (**PR**) após todas as intervenções, mas a grande maioria, ou seja, 16 estudantes, conseguiram fazer grandes relações com conceitos científicos (**GR**). Deste modo, acreditamos os mapas mentais serviram como uma ferramenta eficaz para detectar o que os estudantes compreendiam em relação à temática antes da aplicação das intervenções, bem como no decorrer e no final das intervenções, sendo que foi possível acompanhar a evolução dos conceitos científicos aprendidos pelos estudantes, através das relações que os mesmos conseguiram fazer com a temática “Cores”.

Para melhor compreender os dados obtidos na Figura 57, selecionamos para visualizar e realizar análise, os mapas mentais de três estudantes, nos diferentes estágios da aplicação da pesquisa: **E20** (Quadro 11), **E26** (Quadro 12) e **E27** (Quadro 13).

No Quadro 11, podemos visualizar os mapas mentais elaborados pelo estudante **E20** nos diferentes estágios da pesquisa.

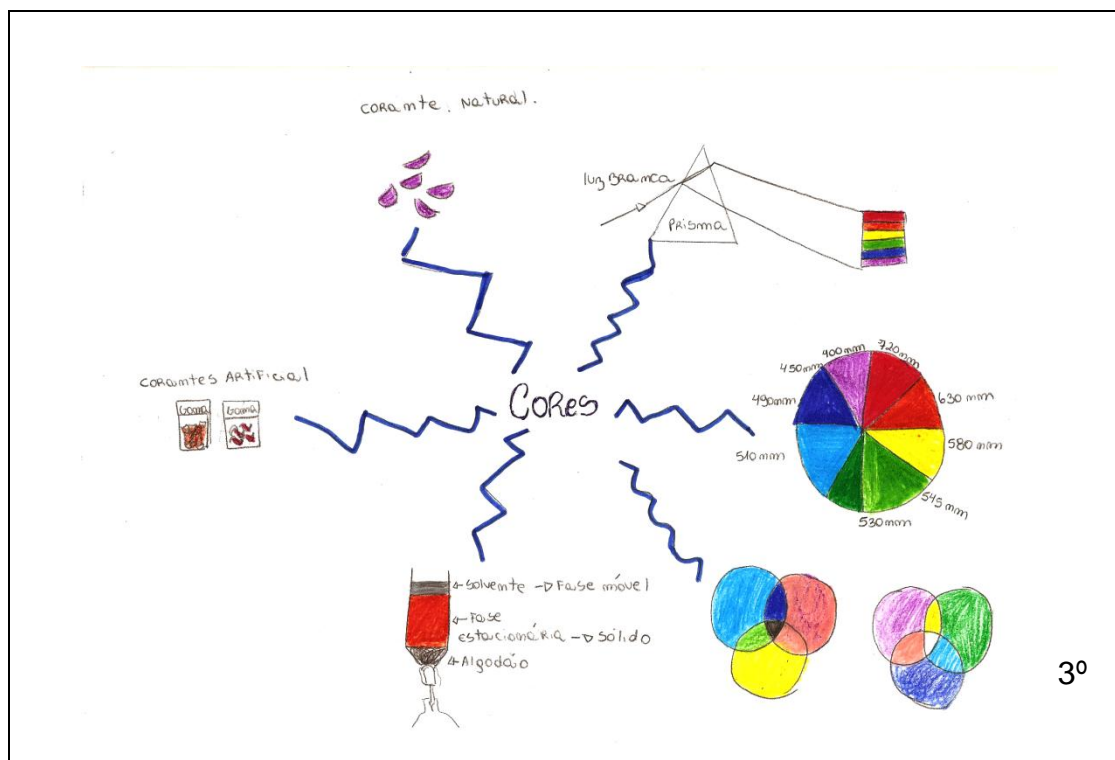
Quadro 11 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante E20

(continua)





(conclusão)



Fonte: Autores.

Com relação ao 1º mapa mental elaborado pelo estudante **E20**, conseguimos perceber que ele conseguiu fazer relações importantes com a temática “Cores”, pois inicialmente já relacionou a temática com a Química (tabela periódica, experimentos) e também com outras disciplinas, Artes e Biologia. Outro aspecto importante, que foi possível detectar no mapa foi que o estudante conseguiu fazer relações com o seu cotidiano (alimentos, objetos, roupas, natureza e outros). Porém, neste 1º mapa, existe pouca relação com os conceitos científicos (**PR**) de Química, Física e Biologia que estão relacionados com a temática em questão. Acreditamos, que muitos assuntos ou conceitos científicos relacionados à temática “Cores”, como: luz, espectro eletromagnético, disco de cores e outros, pouco ou nunca haviam sido trabalhados no Ensino Médio, por isso, não foram citados inicialmente.

Com base na análise do 2º mapa mental, o estudante **E20** considerou a palavra no centro do mapa como sendo a Química e não a palavra “Cores”, mas podemos perceber que ele faz ligação direta da palavra “Cores” com a Química e relaciona com aspectos do seu cotidiano (bandeirinhas, tintas) e também com o que foi visto nas intervenções, corantes naturais e artificiais. Um detalhe importante no mapa é que o estudante conseguiu estabelecer relações com algumas estruturas

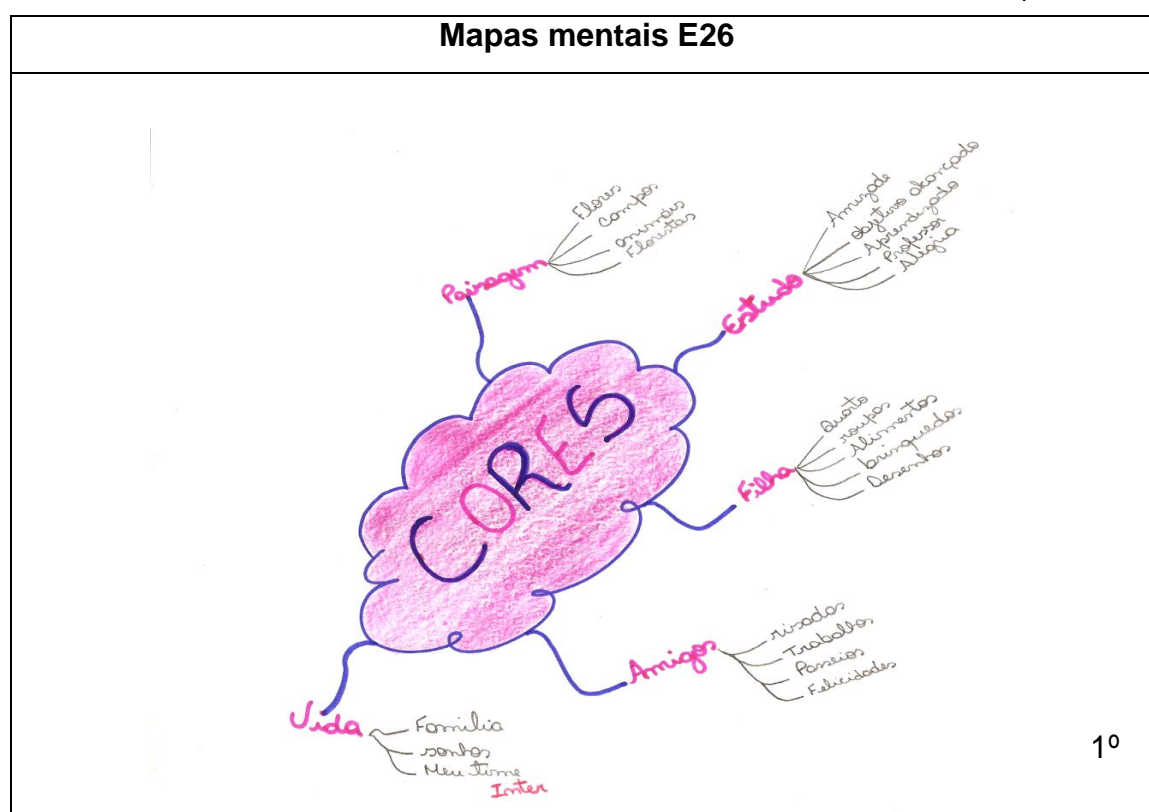
químicas, por exemplo, do anel aromático, e também representou as cadeias cíclicas e acíclicas, saturada e insaturada. Isso demonstra que o estudante conseguiu expor no mapa alguns conceitos científicos vistos nas intervenções. O 2º mapa mental, comparando com o 1º, apresentou mais informações relacionadas aos conceitos científicos, porém não ultrapassa a duas relações. Desta forma, classificamos o 2º mapa na mesma subcategoria do 1º, ou seja, que apresenta pouca relação **(PR)**.

No 3º mapa mental elaborado pelo estudante **E20**, ele inseriu no centro do mesmo a palavra “Cores”, como havia feito no 1º mapa. Através da comparação de seus mapas, percebemos que o estudante prefere ilustrar, ao invés de escrever palavras. Nesse mapa, identificamos várias imagens que foram abordadas no decorrer das intervenções e acreditamos que elas tenham chamado à atenção do estudante e por isso, ele preferiu ilustrar. Comparando esse mapa com os demais, podemos dizer que o estudante conseguiu fazer grandes relações **(GR)**, através das suas ilustrações.

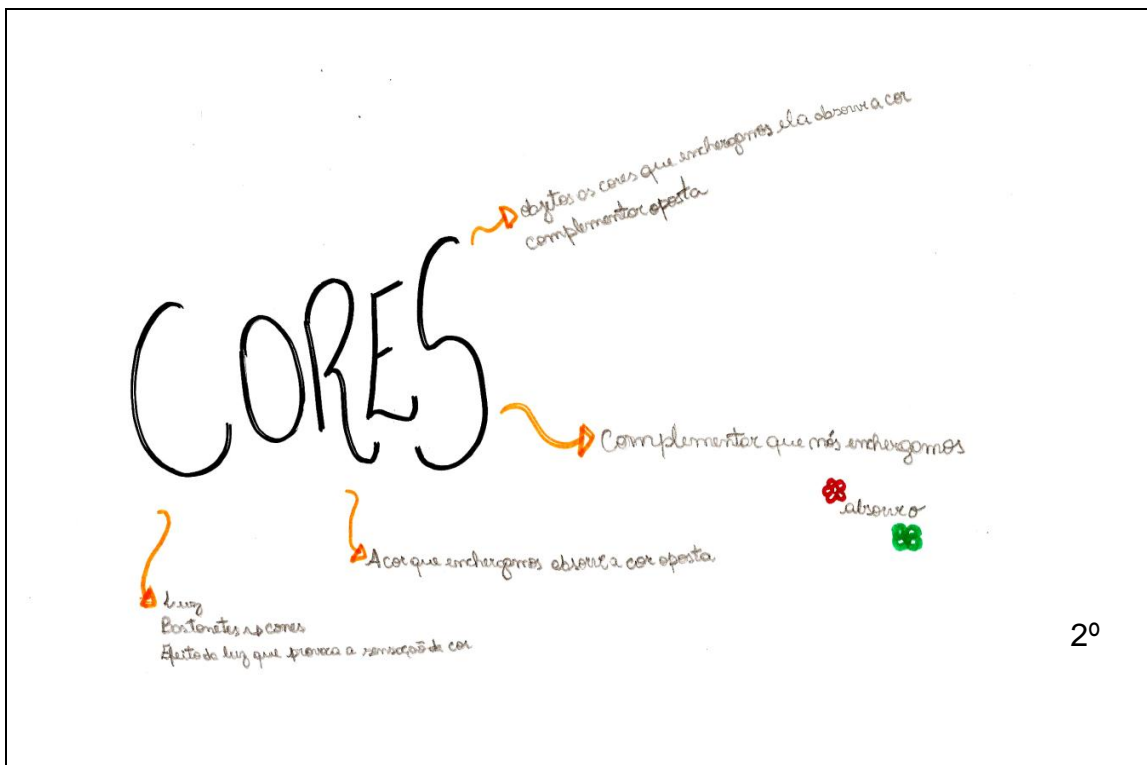
No Quadro 12, apresentamos os mapas mentais do estudante **E26**.

Quadro 12 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante **E26**

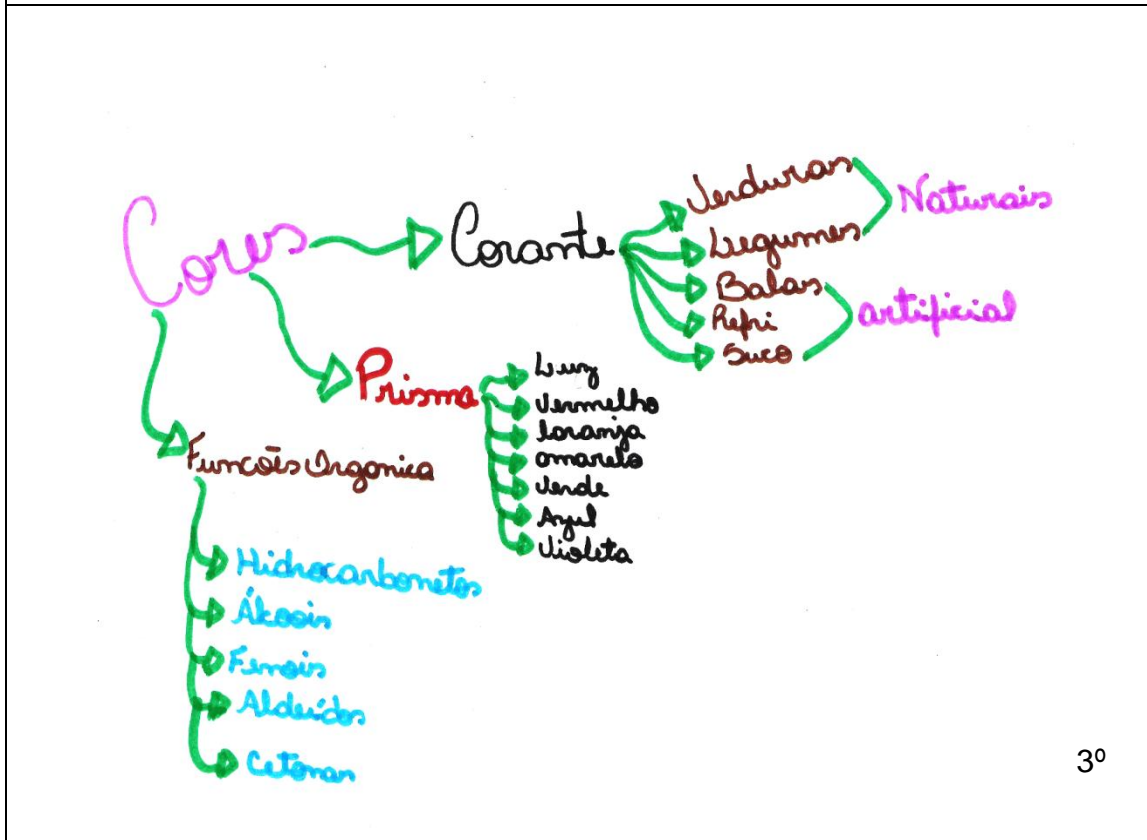
(continua)



(conclusão)



2º



3º

Fonte: Autores.

No 1º mapa mental, do estudante **E26**, podemos perceber várias relações que ele fez da temática “Cores” com aspectos relacionados ao seu cotidiano, como:

paisagem, estudo, filha, amigos entre outros. Nesse mapa, ele não relacionou nenhum conceito científico, referente à palavra “Cores” e com isso, classificamos o mapa na subcategoria **SR**.

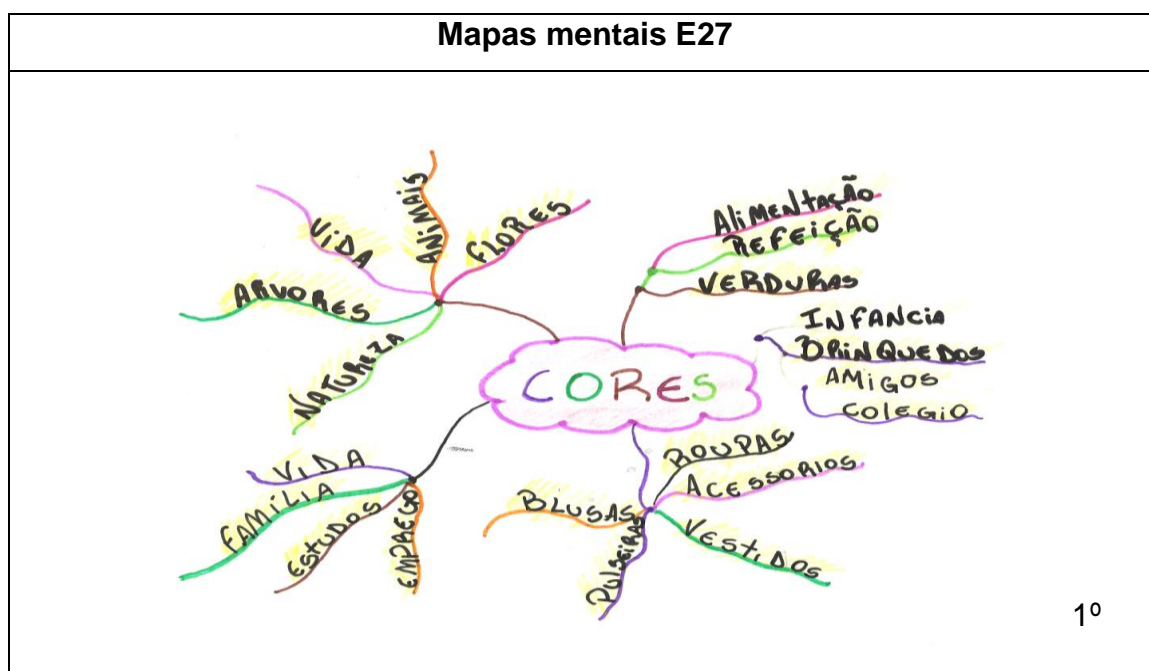
O 2º mapa mental, que o estudante elaborou, apresentou informações diferentes das iniciais, sendo essas relacionadas às intervenções que foram realizadas. O estudante preferiu utilizar frases ao invés de palavras, e as mesmas estavam relacionadas: a cor absorvida, a cor refletida, a cor complementar, a luz, aos cones e aos bastonetes. Através da comparação dos mapas, podemos perceber uma evolução em termos dos conceitos científicos relacionados à temática, sendo assim, classificamos o mapa na subcategoria **GR**.

O último mapa mental, elaborado pelo estudante **E26**, elenca alguns itens apresentados no decorrer da pesquisa, como: prisma, corantes e funções orgânicas. A partir de cada item apresentado o estudante mencionou várias palavras que estão relacionadas. Comparando com o 1º mapa mental, o 2º e 3º estão mais elaborados com base nos conceitos científicos e por isso ambos foram categorizados na subcategoria 3, por apresentarem grandes relações (**GR**).

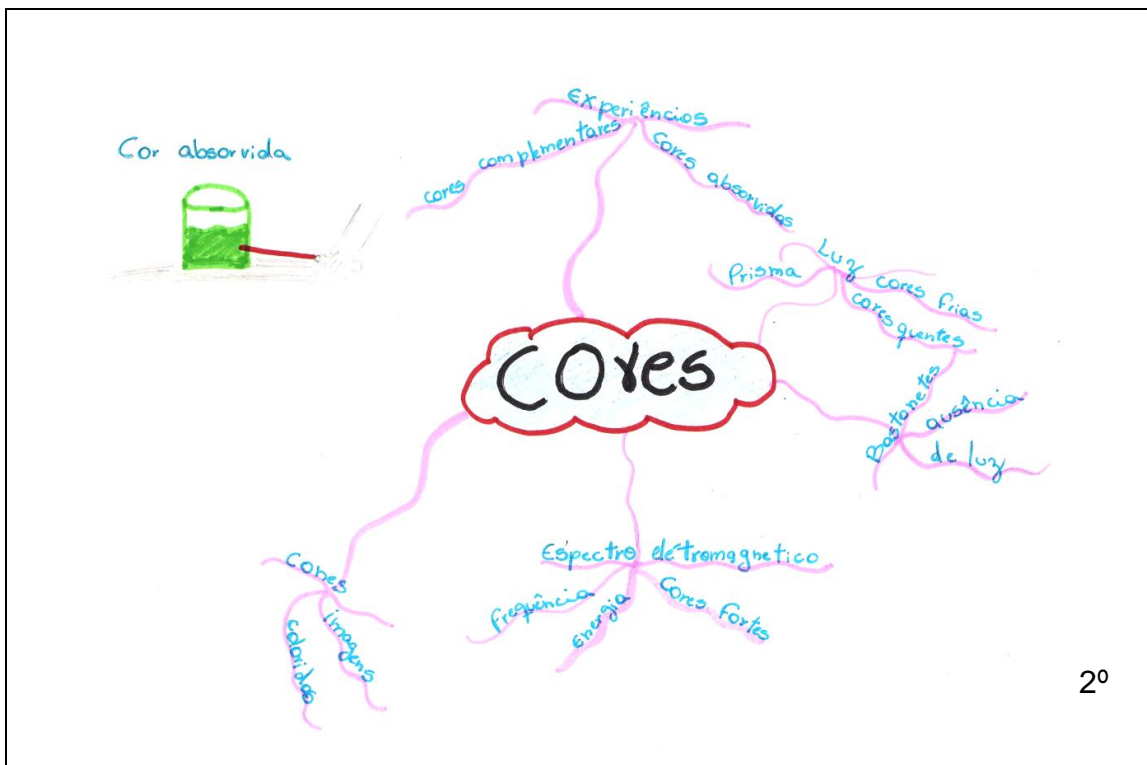
No Quadro 13, apresentamos os três mapas mentais elaborados pelo estudante **E27**.

Quadro 13 - 1º, 2º e 3º mapas mentais do estudante **E27**

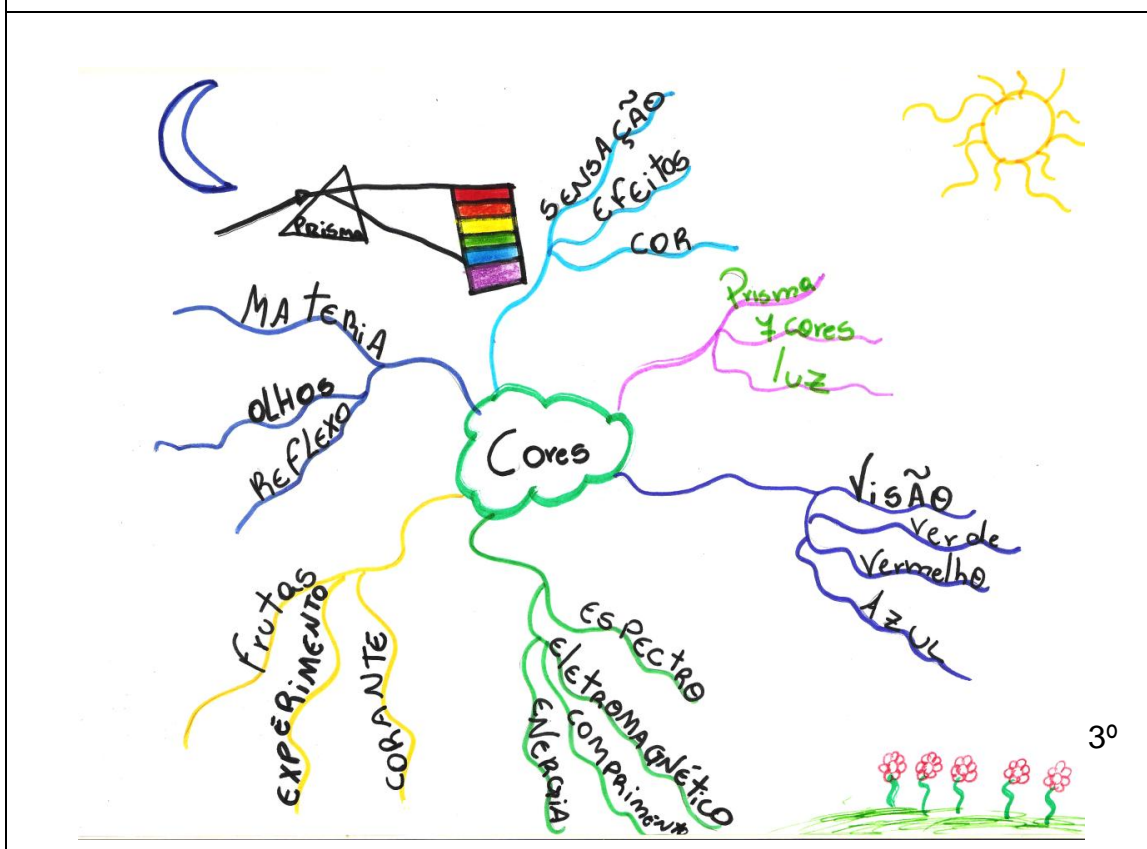
(continua)



(conclusão)



2º



3º

Fonte: Autores.

Em relação ao 1º mapa mental que o estudante E27 elaborou, podemos concluir igualmente como nos mapas anteriores, várias relações com aspectos do

cotidiano, como: natureza, roupas, acessórios, brinquedos e várias outras palavras. No 1º mapa, não foi realizada nenhuma relação das “Cores” com conceitos científicos, portanto faz parte da subcategoria 1, **SR**.

De acordo com o 2º mapa mental, o estudante **E27** conseguiu aprofundar suas ideias em relação aos assuntos e conceitos científicos relacionados à temática estudada. Algumas relações que o estudante fez, foram: espectro eletromagnético, cones (imagens coloridas), bastonetes (ausência de luz), prisma, cor absorvida versus cor complementar entre outras. Essas relações indicam que o estudante conseguiu avançar em termos dos conceitos científicos, sendo assim, o mapa apresenta **GR**.

Com relação ao 3º mapa mental, o estudante conseguiu fazer novamente **GR**, isso indica que os conceitos abordados durante as intervenções foram lembrados pelo estudante. Através da comparação com os mapas anteriores, do último estágio, todos conseguiram fazer relações consistentes relacionadas às “Cores”, isso demonstra que a abordagem temática através de metodologias diferenciadas, contribuiu de maneira significativa.

Consideramos que os mapas mentais, utilizados nas intervenções foram uma ferramenta eficaz para detectarmos a evolução dos estudantes com relação aos conceitos científicos relacionados à temática foco deste estudo. De acordo com Moreira (2011b), os mapas podem estar relacionados à questão das representações mentais externas e sob a óptica de Johnson-Laird elas podem ser divididas em internas e externas.

A teoria de Johnson-Laird está baseada na ideia de modelo mental. A denominação de modelo mental para ele é uma representação de alto nível que está no cerne psicológico da compreensão, sendo que para compreender alguma coisa implica em ter um modelo mental dessa coisa (MOREIRA, 2011b). Dessa forma, acreditamos que os mapas mentais, que os estudantes elaboraram sobre a temática “Cores”, estão relacionados às ideias de Johnson-Laird, pois eles representaram no papel o que compreendiam, ou conheciam com relação ao assunto proposto, bem como suas novas compreensões sobre o assunto.

### 4.3 ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES

No encerramento das atividades, os estudantes foram questionados com relação às intervenções que participaram. Dos 29 estudantes participantes da pesquisa, 16 estavam presentes nessa última atividade e responderam ao questionamento. Desta forma, selecionamos alguns comentários dos estudantes e apresentamos no Quadro 14.

Quadro 14 - Comentários dos estudantes sobre as intervenções desenvolvidas relacionadas à temática “Cores”

Comentários dos estudantes que participaram das intervenções relacionadas à temática “Cores”	
E12	A contribuição do projeto foi na aprendizagem, pois conseguimos compreender sobre as cores, de onde vem, que a luz solar é uma mistura de todas as cores e que sem luz não tem cor. Também deu para entender sobre os corantes, que são utilizados para melhorar a aparência dos alimentos, que o corante artificial é sintetizado para ser utilizado em alimentos, por exemplo, gomas. Entendi sobre as funções orgânicas, que estavam presentes nos corantes e vários outros.
E16	O projeto contribuiu de várias maneiras trazendo vários conhecimentos para a nossa vida escolar e também para o nosso dia a dia. Você nos mostrou como funciona a questão dos corantes naturais e artificiais, as funções orgânicas presentes, o prisma e outros. Contribuiu muito para o nosso conhecimento.
E26	No meu ponto de vista me acrescentou muita coisa, me ensinou coisas que eu nem sabia, que a luz tem cor, nunca imaginei, até passei para a minha família todo o aprendizado que recebi aqui, adorei saber sobre os corantes o porquê que eles são importantes em nossa vida. Ângela parabéns por tudo, te admiro muito, tão novinha, com um dom imenso, sabe explicar muito bem, é dedicada com o que faz, através dos ensinamentos dados a nós aprendemos muito.
E27	Eu aprendi muita coisa interessante sobre cores, corantes, fórmulas muito legais. Gostei de saber que a cor branca é o centro de todas as cores. Gostei muito das suas aulas, você explica muito bem, é pessoas que nem você que me incentiva cada vez mais a ser o que eu quero, quando eu for professora quero ser igual a você.

Fonte: Autores.

Com base nas opiniões e comentários dos estudantes, percebemos que as intervenções desenvolvidas no decorrer da pesquisa, colaboraram de forma positiva na aprendizagem dos conceitos científicos relacionados à temática trabalhada, pois

conforme destaca o estudante **E26**, ele aprendeu coisas que nem sabia, como por exemplo: que a luz tem cor, ou seja, a abordagem temática a partir das “Cores” permitiu que o estudante conseguisse compreender melhor esse fenômeno.

Com relação ao estudante E16, ele menciona que “o projeto contribuiu de várias maneiras trazendo vários conhecimentos para a nossa vida escolar e também para o nosso dia a dia”. Desta forma, percebemos que o estudante conseguiu perceber e relacionar os conceitos trabalhados com o seu cotidiano.

Neste sentido, acreditamos que a inserção e utilização da temática “Cores” no ensino auxiliou e favoreceu o processo de ensino e aprendizagem, pois os estudantes conseguiram compreender e relacionar diversos conceitos científicos.



## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda hoje, no ensino de Química, predomina a mera transmissão de informações, na qual os estudantes são vistos apenas como receptores de informações expostas pelo professor, sendo que a memorização dos conteúdos científicos ainda ocupa um grande espaço. Contrapondo este tipo de ensino, ao final deste trabalho, acreditamos que a utilização de diferentes metodologias ou estratégias de ensino, capazes de auxiliar no desenvolvimento das aulas, deve ser incentivada, pois produzem bons resultados.

Nesta pesquisa, as oficinas temáticas aliadas a outras diferentes estratégias de ensino, como as atividades experimentais e o estudo de casos foram utilizadas para incentivar os estudantes na aprendizagem dos conteúdos, bem como para promover a participação ativa dos mesmos na construção dos seus próprios conhecimentos.

A pesquisa descrita neste trabalho, intitulada: A temática “Cores” no ensino de Química foi desenvolvida em duas etapas, sendo que a primeira foi realizada com acadêmicos de Licenciatura do curso de Ciências da Natureza (2º, 4º e 6º semestres) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e a segunda etapa foi desenvolvida com duas turmas de 3ª série do Ensino Médio noturno de uma escola pública localizada em Santa Maria/ RS.

A questão norteadora desse trabalho, apresentada na Introdução desta pesquisa, foi a seguinte: **“Como a temática “Cores” através da aplicação de diferentes metodologias de ensino pode auxiliar os estudantes da 3ª série do Ensino Médio na aprendizagem dos conceitos científicos?”**. Esta questão foi o ponto de partida para o desenvolvimento das intervenções referentes à segunda etapa desta pesquisa, e foi respondida no decorrer da mesma.

Na primeira etapa desta pesquisa, desenvolvida com acadêmicos tinha como principal objetivo investigar as concepções dos mesmos quanto aos processos de ensino e aprendizagem que envolvem a utilização da temática “Cores”, foco deste estudo, bem como averiguar os conhecimentos científicos destes acadêmicos relacionados à temática em questão. Esta etapa contribuiu para o desenvolvimento da segunda, em que foram aplicadas oficinas temáticas com o intuito de auxiliar os estudantes do Ensino Médio na aprendizagem de conceitos científicos relacionados à temática “Cores”.

No desenvolvimento da segunda etapa desta pesquisa, foram utilizadas duas oficinas temáticas: “Aspectos Gerais e Químicos das Cores” e “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”, ambas estruturadas nos três momentos pedagógicos.

Na primeira oficina, “Aspectos Gerais e Químicos das Cores”, buscamos abordar vários conceitos científicos, tais como: luz, espectro eletromagnético, energia, comprimento de onda, frequência, disco de cores, presença de cor em soluções iônicas, sendo esses considerados por nós importantes para o entendimento do fenômeno estudado.

Quanto à segunda oficina, intitulada “Corantes Naturais e Artificiais em Alimentos”, dividimos a mesma em duas partes, a primeira era referente aos corantes naturais em alimentos e a segunda aos corantes artificiais em alimentos. Nessa oficina, revisamos alguns conceitos já trabalhados na oficina anterior e alguns conteúdos já vistos em outras séries do Ensino Médio, como o de polaridade e densidade e enfatizamos o estudo das funções orgânicas, presentes nas estruturas dos corantes naturais e artificiais selecionados para o estudo.

No desenvolvimento das oficinas temáticas, utilizamos resolução de casos e atividades experimentais, sendo que a maioria das atividades experimentais desenvolvidas nessa pesquisa foram investigativas e uma foi demonstrativa.

Nas atividades investigativas, os estudantes não receberam um roteiro para seguir, portanto por meio dessas atividades buscamos desenvolver nos estudantes o gosto pela investigação, elaboração de hipóteses e discussões. Já na atividade experimental demonstrativa, os estudantes deveriam observar o que estava ocorrendo através do experimento que estava sendo executado pela pesquisadora, para posteriormente ser discutido.

Os casos que foram elaborados para os estudantes eram relacionados aos corantes artificiais em alimentos, um tópico presente no cotidiano dos mesmos. Cada um dos casos apresentava um problema a ser resolvido, em que os estudantes deveriam pesquisar e discutir para chegar a uma possível resolução. Esse tipo de estratégia de ensino busca favorecer principalmente a tomada de decisões e o trabalho em grupo.

As hipóteses iniciais, presentes na Introdução desse estudo, que buscam responder a questão norteadora desta pesquisa, são:

- Por ser um tema abrangente, a temática “Cores” quando abordada em sala de aula através da utilização de oficinas temáticas pode ser uma aliada para o desenvolvimento dos conteúdos científicos relacionados à Ciência;

- A abordagem da temática “Cores” é uma forma de superar a fragmentação das disciplinas, possibilitando uma integração dos conteúdos científicos das disciplinas de Química, Física e Biologia.

Através dos resultados obtidos com o desenvolvimento dessa pesquisa, ambas as hipóteses foram confirmadas. Quanto à primeira, acreditamos que a abordagem da temática “Cores” por meio de oficinas temáticas foi uma importante aliada para o desenvolvimento de conteúdos científicos que envolvem a Ciência. Isso foi evidenciado pelos resultados obtidos nessa pesquisa, pois inicialmente os estudantes apresentaram poucos conhecimentos científicos relacionados à temática, e após o desenvolvimento das intervenções foi possível verificar uma evolução em termos dos conhecimentos científicos. A segunda hipótese também foi confirmada, pois a abordagem da temática “Cores” possibilitou uma integração entre as disciplinas de Química, Física e Biologia, devido à temática estudada ser interdisciplinar e depender de conceitos científicos de várias áreas da Ciência para sua compreensão.

Concluimos aqui, que os resultados obtidos nessa pesquisa nos permitem afirmar que o ensino da Ciência pode ser favorecido com a utilização de temáticas e de metodologias diferenciadas que estimulam o estudante a ser o sujeito da sua própria aprendizagem e participe de forma ativa na construção do seu conhecimento, não sendo, simplesmente o receptor passivo de informações. A abordagem da temática “Cores” possibilitou com que os estudantes fizessem relações com o seu cotidiano, já que vivemos em mundo colorido. Ainda, esperamos que essa pesquisa possa contribuir para a área do ensino da Ciência e também servir como subsídio para professores que pretendem desenvolver suas aulas com diferentes metodologias de ensino.

Gostaria, por fim, de dizer que os dois anos de mestrado foram de extrema importância para a minha formação, pois aprendi muito durante o desenvolvimento da pesquisa, na busca de novos conhecimentos na literatura e também por meio da troca de conhecimentos que realizei com os estudantes durante as intervenções. Desta forma, acredito que além de poder acompanhar a evolução dos estudantes

com relação aos conceitos científicos também posso afirmar que consegui acompanhar a minha evolução com relação ao meu desenvolvimento profissional.

## 5.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA PARA A ÁREA DO ENSINO

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi possível a realização dos seguintes trabalhos na área do ensino: “Decomposição da luz branca”, uma proposta de atividade experimental para o ensino de Ciências e “Concepções dos acadêmicos de Licenciatura em Ciências da Natureza sobre o tema cores”. Estes trabalhos foram apresentados nos respectivos eventos: 35º EDEQ (Encontro de Debates sobre o Ensino de Química) e X ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências). Ainda, um artigo foi encaminhado para a revista Ciências e Ideias e está em processo de avaliação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, de, A. A.; BARROS, E. B. de, P. **A Química dos Alimentos Produtos Fermentados e Corantes**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010 (Coleção Química no cotidiano).

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, vol. 36, p. 819-826, janeiro, 2014.

BRASIL. 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, 2000.

BRASIL. 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.

BRASIL. 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.

BRILL, T. B. Why objects appear as they do. **Journal of Chemical Education**. v. 57, nº 4, p. 259-263, abril, 1980.

BROWN, T. L.; LEMAY, Jr. H. E.; BURSTEN. B. E. **Química Ciência Central**. 7ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1997.

BUZAN, T. **Mapas mentais**. Rio de Janeiro, RJ: Sextante, 2009.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**. 5 ed. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2010.

CREASE, R. P. **Os 10 mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, A. J.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos**. 3ª. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DURAND, A. M. A Química dos Minerais: **Uma temática para investigar o papel da experimentação no Ensino de Química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

FERREIRA, M.; WORTMANN, M. PCNs e as Orientações para a mudança no Ensino de Química. **Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2007.

FERREIRA, T. **A Química e a Cor**. Seminário Registro, Ed. 194, fev. 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. 6ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2005.

HECHT, E. **Óptica**. 2ª. Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

JUSTER, J. N. Color and Chemical Constitution. **Journal of Chemical Education**. California, vol. 39, n. 11, p. 596-601, novembro, 1962.

KRAISIG, A. R.; BRAIBANTE, M. E. F. “Decomposição da luz branca” uma proposta de atividade experimental para o ensino de Ciências. In: **35º Encontro de debates sobre o Ensino de Química**, 2015. Porto Alegre, 2015.

KRAISIG, A. R.; PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Concepções dos acadêmicos de licenciatura em Ciências da Natureza sobre o tema cores. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015. Águas de Lindoia. **Anais X ENPEC**, 2015.

LE COUTER, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**. n.140, p. 44-53, 1932.

LUCK, H. **Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teóricos-metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 1994.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora EPU, 1986.

MAAR, J. H. **História da Química**. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

MALDAMER, O. A.; SANTOS, L. P. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. **Revista em extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA, F. L. de. **Oficinas Temáticas no Ensino Público visando a Formação Continuada de Professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARTINS, G. B.C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. a Química e as Cores. **Revista Virtual Química**. Brasília, vol. 7, n. 4, p. 1508-1534, maio, 2015.

MASSETO, Marcos Tarcísio. **Ensino de Engenharia: Técnicas para Otimização das Aulas**. São Paulo: Avercamp, 2007.

MATOS, D. A. S.; CIRINO, S. D.; BROWN, G. T. L.; LEITE, W. L. Avaliação no Ensino Superior: Concepções Múltiplas de Estudantes Brasileiros. **Revista Est. Aval. Educ**, São Paulo, v. 24, n. 54, p 172-193, jan-abr, 2013.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência e Educação**. São Paulo, vol.9, n.2, p.191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência e Educação**. São Paulo, vol.12, n.1, p.116-128, 2006.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, A. M. **Teoria de aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: EPU, 2011b.

NETO, J. D. M. **Química da cor**. Minicurso ministrado durante a XIV Semana da Química do Departamento de Química da UFPR, maio, 2007.

OLIVEIRA, A. P. S.; MACÊDO, A. P.; JÚNIOR, J. G. T. Uno das funções orgânicas: Um recurso facilitador para o Ensino de funções orgânicas. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 2012. Salvador. **Anais ENEQ**, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S, de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. Canoas, vol. 12, n.1, p139-153, junho, 2010.

ORNA, M. V. Chemistry and artists' colors: Part I. Light and color. **Journal of Chemical Education**. Washinton, vol. 57, n. 4, p. 256-258, apr., 1980a.

ORNA, M. V. (1980b). Chemistry and artists' colors: structural features of colored compounds. **Journal of Chemical Education**. Washington, vol. 57, n. 4, p. 264-266, apr., 1980b.

ORNA, M. V. The Chemical origins of color. **Journal of Chemical Education**. Washinton, vol. 55, n. 8, p. 478-484, aug., 1978.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: Uma Temática Geradora do Conhecimento Químico**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. **Ciências e ideias**. Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014b.

PEDROSA, I. **O universo da cor**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2004.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alim. Nutr.** Araraquara, v. 14, n. 2, p. 237-250, 2003.

RETONDO, C. R.; FARIA, P. **Química das sensações**. 3ª ed. Campinas, SP: Átomo, 2009.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2007.

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

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

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudo de casos em Química. **Química nova**. São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SALVETTI, A. R. **A história da luz**. 2ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

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

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R.P. Função social: O que significa ensino de Química para formar cidadão? **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 4, p. 28-34, nov., 1996.

SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Estudos de Casos: como redigir, como aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SILVA, G. S. **A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S.; TREVISAN, M. C. Oficina temática: uma proposta metodológica para o ensino do modelo atômico de Bohr. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 20, n. 2, p. 481-495, 2014.



SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008. Curitiba. **Anais ENEQ**, 2008.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no Ensino Médio de Química. **Ciências e Cognição** (UFRJ), v. 14, p. 50-74, 2009.

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

SOLOMONS, T. W. G.; **Química Orgânica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

TREVISAN, M. C. **Saúde bucal como temática para o ensino de Química contextualizado**. (Dissertação mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

VIEIRA, K. M.; DALMORO, M. Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados?. In: XXXII Encontro da ANPAD, 2008. Rio de Janeiro. **Anais: XXXII Encontro da ANPAD**, 2008.

VOGEL, M.; MARI, C. F. Uso de temas químicos sociais como proposta de ensino de Química. In: SANTANA, E.; SILVA, E. **Tópicos em Ensino de Química**. Editora Pedro e João Editores, São Carlos, SP, 2014.

WILLS, P. **O uso da cor no seu dia-a-dia**. São Paulo: Editora pensamento LTDA, 1997.

WOLLMANN, E. M. **A temática atmosfera como ferramenta para o ensino de Química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO APLICADO AOS ACADÊMICOS



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao preencher este questionário, contribuirá para está pesquisa.

### Dados de Identificação

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_

semestre: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

- De acordo com as afirmativas referentes ao processo de ensino e aprendizagem presentes no quadro, marque uma alternativa e argumente sobre a sua escolha. Os códigos **I**, **PR**, **R**, **GR**, se referem respectivamente a Irrelevante, Pouco Relevante, Relevante e de Grande Relevância.

Afirmativas	I	PR	R	GR	Argumentos
Utilização de temáticas para relacionar os conteúdos científicos de Química com o cotidiano.					
Ensinar conteúdos científicos de Química através da temática “Cores”.					
Memorização no ensino de Química.					
A escola deve preparar para a cidadania.					
Toda a atividade experimental deve seguir roteiros prontos.					
Utilizar diferentes metodologias de ensino, como: Oficinas temáticas, estudo de casos, experimentação e outros.					
Alfabetização científica compreende o entendimento de conteúdos científicos.					
A abordagem temática favorece a interdisciplinaridade.					

- “Epícuro, há mais de 2.300 anos desenvolveu o raciocínio de que a cor guarda íntima relação com a luz”. De acordo com a frase, assinale a alternativa que você considera correta e justifique a sua escolha.

(a) A cor só é visualizada quando falta luz.

(b) Cor e luz apresentam grande relação, sendo que quando falta luz não enxergamos as cores.

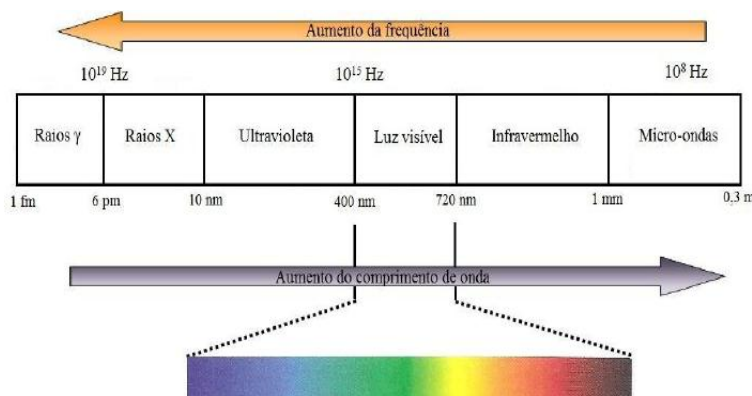
(c) As cores que visualizamos nos objetos independem da presença de luz.

(d) Cor e luz apresentam uma íntima relação, sendo que na ausência de luz não enxergamos nem tonalidades de cinza.

(e) A luz é essencial para o objeto não aparecer colorido.

Justificativa:

- O espectro eletromagnético é constituído por diferentes regiões que variam em termos de comprimento de onda e energia. Para visualizarmos as cores devemos levar em consideração à região do visível que corresponde a comprimentos de onda que variam de (~400 violeta a ~720 nm vermelho). Assinale a alternativa que você considera correta e justifique sua escolha. Analise o espectro eletromagnético.



- (a) Se um determinado composto apresentar um comprimento de onda pequeno, consequentemente terá uma energia pequena.
- (b) Não existe relação entre comprimento de onda e energia.
- (c) As cores do espectro eletromagnético da região do visível variam do violeta ao vermelho, sendo que o violeta apresenta maior energia e o vermelho menor energia.
- (d) As cores do espectro eletromagnético da região do visível variam do violeta ao vermelho, sendo que o violeta apresenta menor energia e o vermelho maior energia.
- (e) Podemos dizer que a relação entre frequência e comprimento de onda é proporcional, ou seja, se a frequência aumenta o comprimento de onda também aumenta.

Justificativa:

- Você acha que existe alguma relação entre a Química e as “Cores”? Justifique.

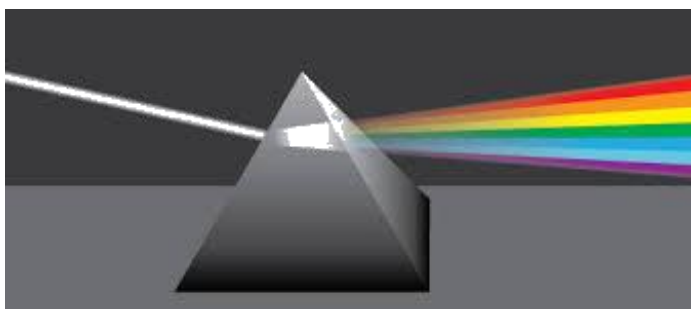
- De acordo com a questão anterior, se você considerou afirmativa cite alguns conteúdos científicos de Química que podem ser abordados. Você acha possível relacionar as “Cores” com outras disciplinas? Quais?

- Em sua opinião, se estivesse atuando em sala de aula, você utilizaria a temática “Cores” para explicar determinados conteúdos científicos de Química? Justifique.

**Obrigada!**

**APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO**

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



# **O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DAS CORES**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

**Professora pesquisadora: Ângela Renata Krausig.  
Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr. Mara Elisa Fortes Braibante.**

**Ano: 2015**

## **Apresentação**

Nosso grupo de pesquisa, LAEQUI (Laboratório de Ensino de Química), da UFSM, vem desenvolvendo pesquisas há muitos anos no ensino de Química, através da utilização de temáticas para facilitar e contribuir no processo de ensino e aprendizagem de Química.

Desta forma, para auxiliar na compreensão de conteúdos científicos da Ciência com ênfase em Química, elaboramos este material didático intitulado “**O Ensino de Química através das Cores**”, dirigido para professores de Química, Física e Biologia e alunos do Ensino Médio.

Este material didático faz parte de uma pesquisa de mestrado no ensino de Química que tem como tema as “Cores”. Está dividido em duas partes: a primeira se refere aos **Aspectos Gerais e Químicos das Cores** e a segunda aos **Corantes Naturais e Artificiais**. Durante a aplicação desta pesquisa, o material será disponibilizado aos alunos para auxiliar na compreensão e revisão dos conteúdos abordados. Após a aplicação desta pesquisa, este material ficará disponível na escola para que outros professores tenham acesso.

O tema Cores é amplo e está presente constantemente no nosso dia a dia. A natureza é colorida, os objetos, nossas roupas, casas enfim tudo que nos cerca. Com isso, é de grande relevância entender como ocorre esse fenômeno, e, para isso são necessários vários conhecimentos científicos.

Este material contempla alguns conteúdos de Química, como: Tabela Periódica (metais de transição, configuração eletrônica); Separação de misturas (cromatografia, polaridade das amostras e solventes); Funções orgânicas e Diagrama de níveis de energia (Orbital Molecular). Além disso, relaciona conteúdos de outras disciplinas como de Física (Óptica) e Biologia (Fisiologia animal – olho humano: percepção das cores).

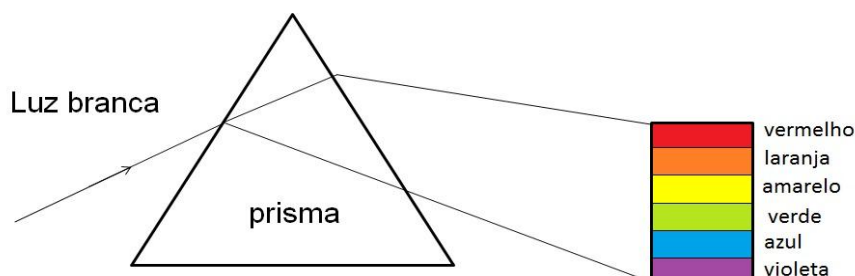
# 1. Aspectos Gerais e Químicos das Cores.

## 1.1 Teoria de Newton sobre a cor

Para entendermos a existência das cores, precisamos entender a história da ciência que explica esse fenômeno. No 1º século um filósofo romano chamado Seneca, observou que o prisma reproduzia as cores do arco íris, mas esta descoberta só foi confirmada no século XVII quando Isaac Newton deixou passar um feixe estreito de luz solar através de um prisma em uma sala totalmente escura e observou que a luz que passava para o outro lado não era somente a luz branca, mas exibia uma série de cores que variava do: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta. Newton concluiu que:

→ A luz solar é uma mistura de todas as cores observadas no espectro de um prisma.

→ O prisma é capaz de dispersar a luz branca em seus constituintes coloridos. As várias cores percorrem o material com velocidade e ângulos de refração diferentes.

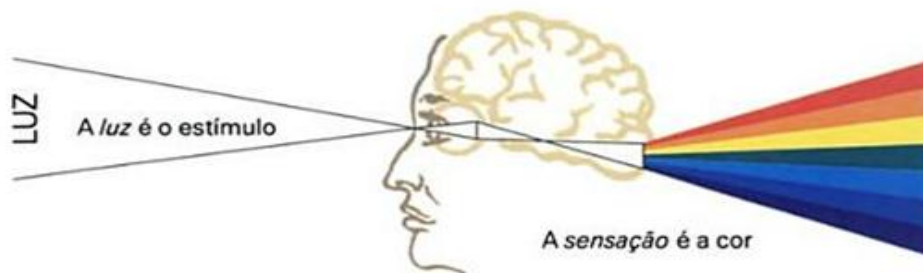


**Figura 1:** Decomposição da luz branca.  
Adaptado de ORNA, 1980.

## 1.2 O que é cor?

Essa questão é aparentemente simples, já que atribuímos cores aos objetos, as roupas e a todos os elementos da natureza que nos rodeia. A natureza nos

presenteou com milhares de cores! Frutas, legumes, verduras, flores, árvores, algas, insetos, répteis, mamíferos, pássaros, assim como a terra, o sol, o mar e o céu são coloridos. No entanto, a cor não tem existência material. Ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão. Epícuro, há mais de 2.300 anos, desenvolveu o raciocínio que “a cor guarda íntima relação com a luz, uma vez que se falta luz não há cor”.



**Figura 2:** Efeitos da luz que provocam a sensação da cor. (PEDROSA, 2004)

**Se a cor está intimamente relacionada com a presença de luz, é possível identificar a cor de um objeto sem a presença de luz?**

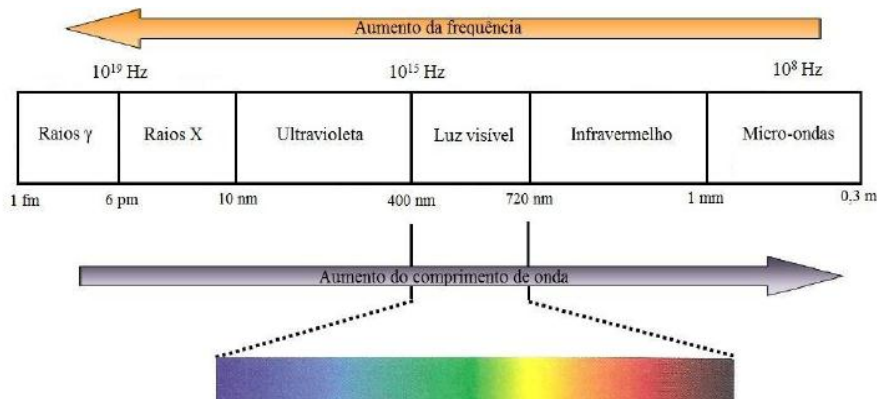
### **1.3 Visão humana**

Todas as sensações visuais são importantes para nós, não somente para podermos ver cores e contemplar as belezas da natureza, mas para a nossa proteção e interação com o ambiente. A visão é extremamente importante para facilitar nossa sobrevivência. É a partir da visão que podemos detectar perigos, nos proteger, ler, ou até mesmo nos apaixonar e, assim escolher parceiros.

No nosso olho, existem fotorreceptores, que são células especializadas em captar energia da região do visível e enviar mensagens para o cérebro, que as



interpretam. Os fotorreceptores são células capazes de absorver a energia da luz com comprimentos de onda que variam de aproximadamente 400 a 720 nm, que compreende a região do visível do espectro eletromagnético (Figura 3).



**Figura 3:** Espectro eletromagnético. (SILVA, 2013)

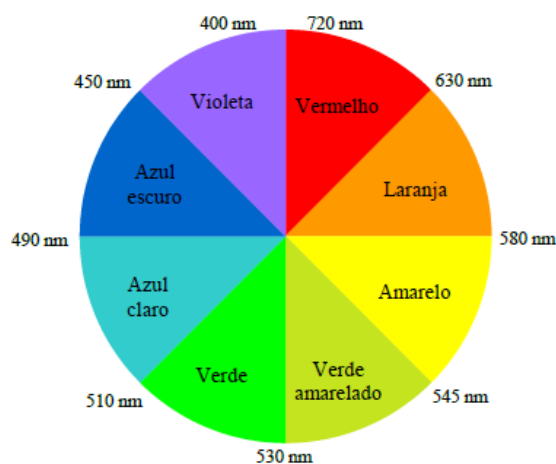
$c = v \cdot \lambda$	→	$\lambda = c / v$	c = velocidade da luz; v = frequência; λ = comprimento de onda; E = energia; h = constante de Plank.
$E = h \cdot v$			

Os fotorreceptores podem ser divididos em dois grupos, os dos cones e os dos bastonetes. Os cones são responsáveis pelas imagens coloridas, já os bastonetes pelas imagens em preto e branco, ou seja, quando tem pouca luminosidade e por isso são mais sensíveis que os cones. Existem aproximadamente 100 milhões de bastonetes e aproximadamente 7 milhões de cones na retina de nossos olhos.

Existem três grupos de cones e um único grupo de bastonete. Cada grupo de cones é sensível a diferentes comprimentos de onda da região do visível, ou seja, menores comprimentos de onda correspondem aos cones sensíveis ao azul (~400 – 480 nm), comprimentos de onda intermediários correspondem aos cones sensíveis ao verde (~430 – 670 nm) e comprimentos de onda longos correspondem aos cones sensíveis ao vermelho (~500-700nm). Portanto, dependendo dos cones que serão ativados, teremos a sensação de uma determinada cor.

## 1.4 Cor dos materiais

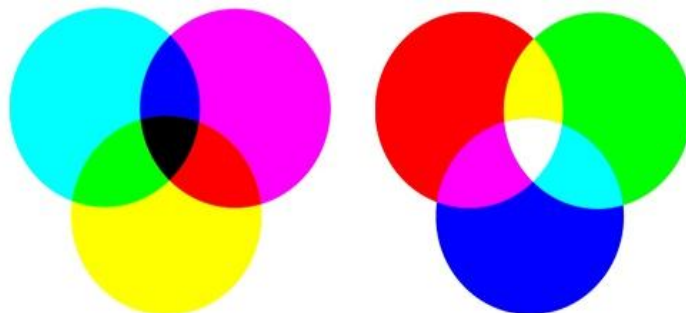
Quando a luz incide sobre o objeto, parte da radiação é absorvida e parte é refletida. Estes fótons refletidos alcançam a retina do olho e o que visualizamos na realidade são os comprimentos de onda da cor complementar. Ou seja, os comprimentos de onda absorvidos não são observados, o que é observado por nossos olhos são os comprimentos de onda das cores complementares. Por exemplo: Se um objeto é vermelho, significa que ele absorve principalmente nos comprimentos de onda referente à cor verde e reflete os comprimentos de onda da cor complementar que no caso é o vermelho.



**Figura 4:** Disco de cores.  
Adaptado de BRILL, 1980.

### 1.5 Classificação das cores

**Cores primárias:** São cores indecomponíveis. O conceito de cores primárias não é único, pode se referir à coloração por pigmento ou por luminosidade.

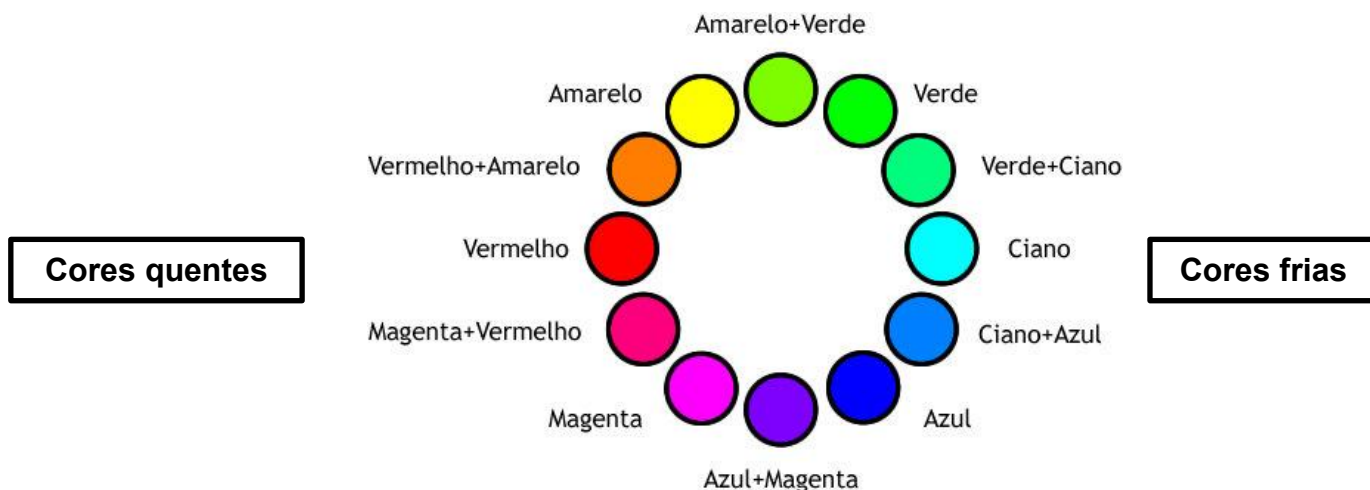


**Figura 5:** Cores pigmento e cores luz.

**Fonte:** <http://www.designculture.com.br/direcao-de-arte-uso-das-cores-parte-1/>

**Cores secundárias:** É a cor formada pela mistura equilibrada de duas cores primárias.

**Cores terciárias:** É uma cor composta por uma cor primária e uma secundária.



**Figura 6:** Círculo cromático.

Fonte: <http://dgcinteriores.blogspot.com.br/2011/05/cores-e-seus-efeitos.html>

## 1.6 A Química e as cores

### 1.6.1 Tabela periódica (elementos do bloco d)

Por que alguns elementos do 4º período da tabela periódica exibem cores?

Grupo →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓ Período																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lantanídeos	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
Actinídeos	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

A existência de elétrons em orbitais d em íons de metais de transição com diferentes energias permite a excitação de elétrons de um nível para outro (transição d-d) e a energia requerida corresponde a  $\lambda$  na região do visível.

Estas transições não podem ocorrer se o íon metálico não tem elétrons d ou se o sub-nível d está totalmente cheio.

**Soluções** contendo metais de transição são geralmente coloridas. Isso sugere que os elétrons presentes nos orbitais d parcialmente preenchidos devem estar envolvidos no fenômeno da geração de cor.

**Exemplo:  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$**

**Distribuição eletrônica  $\text{Cu}^{2+}$**   
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$

Por que alguns elementos mesmo sendo de metais de transição não apresentam cor?

O elemento zinco (Zn) de nº atômico 30 apresenta a seguinte configuração eletrônica:

---

Nesse metal, o nível **3d** está preenchido. Quando se forma o íon **Zn<sup>2+</sup>**, o mesmo continua completamente preenchido. **Exemplo: ZnCl<sub>2</sub>**

O elemento escândio (Sc) de nº atômico 21, apresenta a seguinte configuração eletrônica:

---

Nesse metal, o nível **3d** está parcialmente preenchido. Quando este metal forma íons **Sc<sup>3+</sup>**, ele perde os três elétrons exteriores e, portanto, fica sem elétrons d.

## 2. Corantes naturais e artificiais.



A cor é um dos atributos mais importantes de um alimento. Ela determina sua aparência e é utilizada como critério para identificação e julgamento da qualidade do produto. Se a cor de um alimento é alterada, a seleção e a avaliação de sua qualidade se tornam muito difíceis.

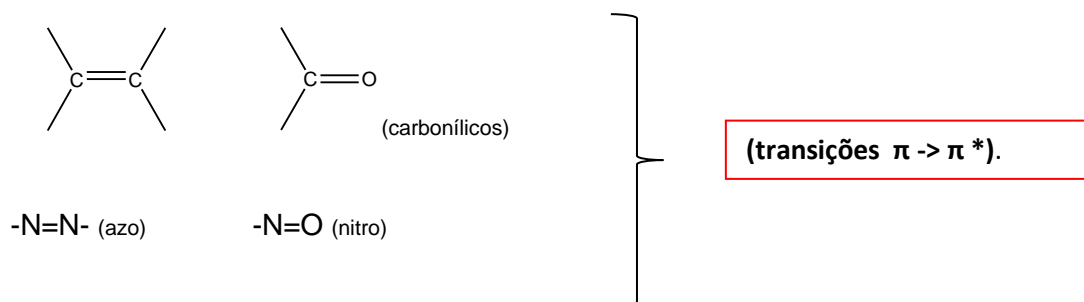
Os alimentos, tanto natural como industrializados, apresentam cor devido à sua habilidade para refletir ou emitir quantidades de energia em comprimentos de onda capazes de estimular a retina. A faixa de comprimento de onda, na qual o olho é sensível, é denominada de luz visível.

Há muitos séculos o homem vem colorindo os alimentos para torná-los mais atrativos e saborosos. No início, muitas dessas substâncias, como as especiarias e condimentos, já tinham a função de colorir os alimentos, mas com o passar do tempo foram gradativamente substituídas por outras substâncias, algumas sintéticas, com o objetivo específico de colorir, sendo que a cor é um fator que influencia significativamente na aceitabilidade do produto.

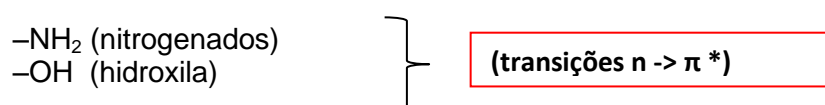
### 2.1 Cromóforos, cromógenos e auxocromos

Os corantes são moléculas orgânicas que absorvem fortemente comprimentos de onda selecionados de luz visível, o que permite aos mesmos conferir cor. Entretanto, os corantes são derivados de hidrocarbonetos aromáticos e não apresentam cor, por apresentarem um baixo comprimento de onda e uma grande energia (**transições  $\sigma \rightarrow \sigma^*$** ), observe a (Figura 7).

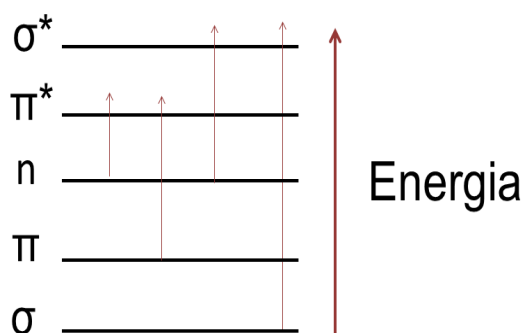
Porém, existem grupos que são capazes de “fazer aparecer à cor” no corante, denominados **cromóforos**, que são grupos insaturados, que apresentam como principal característica diminuir a energia entre os orbitais moleculares e aumentar o comprimento de onda (Figura 7). Alguns exemplos de cromóforos são:



Além dos cromóforos, existem outros grupos capazes de intensificar a cor no corante que são grupos denominados **auxocromos**, alguns exemplos são:



Os grupos auxocromos, apresentam como principal característica diminuir ainda mais a energia e, portanto aumentar o comprimento de onda (Figura 7).



**Figura 7:** Diagramas dos níveis de energia dos orbitais moleculares.

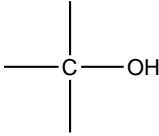
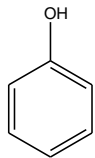
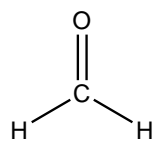
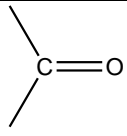
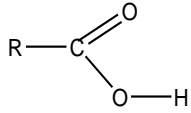
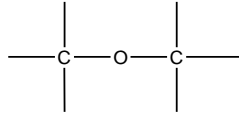
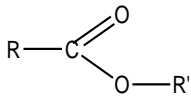
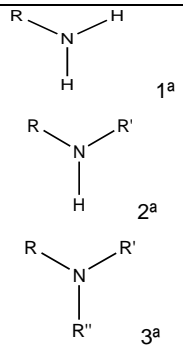
## 2.2 Funções orgânicas

Os compostos corantes apresentam em suas estruturas determinadas funções orgânicas.

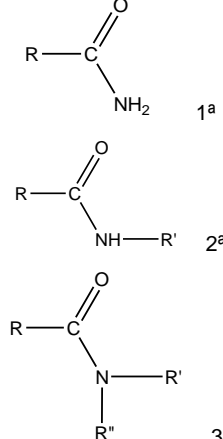
As funções orgânicas agrupam compostos com comportamento químico semelhante. Isso ocorre devido à semelhança na sua estrutura química.

No Quadro 1, estão representadas as principais funções orgânicas.

**Quadro 1:** Principais funções orgânicas e exemplos.

Função	Definição	Representação
<b>Hidrocarbonetos</b>	São compostos cujas moléculas só contêm átomos de carbono e de hidrogênio. São classificados em: alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, ciclanos, ciclenos e aromáticos.	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ $\text{HC}\equiv\text{CH}$
<b>Álcoois</b>	O grupo funcional característico desta família é o grupo hidroxila (OH), ligado a um átomo de carbono hibridizado em $sp^3$ .	
<b>Fenóis</b>	Possui um grupo funcional OH ligado a um anel aromático.	
<b>Aldeídos</b>	Possuem o grupo carbonila (um grupo no qual um átomo de carbono tem uma dupla ligação com o oxigênio), ligado a pelo menos um átomo de hidrogênio.	
<b>Cetonas</b>	Possuem o grupo carbonila (um grupo no qual um átomo de carbono tem uma dupla ligação com o oxigênio), ligado a dois átomos de carbono.	
<b>Ácidos carboxílicos</b>	Os ácidos carboxílicos tem a fórmula geral $\text{RCO}_2\text{H}$ ou $\text{RCOOH}$ .	
<b>Éteres</b>	Os éteres tem a fórmula geral $\text{ROR}$ ou $\text{ROR}'$ , onde $\text{R}'$ pode ser um grupo alquila diferente de $\text{R}$ .	
<b>Ésteres</b>	Os ésteres tem a fórmula geral $\text{RCO}_2\text{R}'$ ( $\text{RCOOR}'$ ).	
<b>Aminas</b>	Apresentam nitrogênio na sua fórmula. Pode ser classificadas pelo número de grupos orgânicos ligados ao átomo de nitrogênio, como 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> ou 3 <sup>a</sup> .	



<p><b>Amidas</b></p>	<p>As amidas tem as fórmulas <math>\text{RCONH}_2</math>, <math>\text{RCONHR}'</math> ou <math>\text{RCONR}'\text{R}''</math>.</p>	 <p>1<sup>a</sup></p> <p>2<sup>a</sup></p> <p>3<sup>a</sup></p>
----------------------	--	--

### 2.3 Corantes ou pigmentos naturais

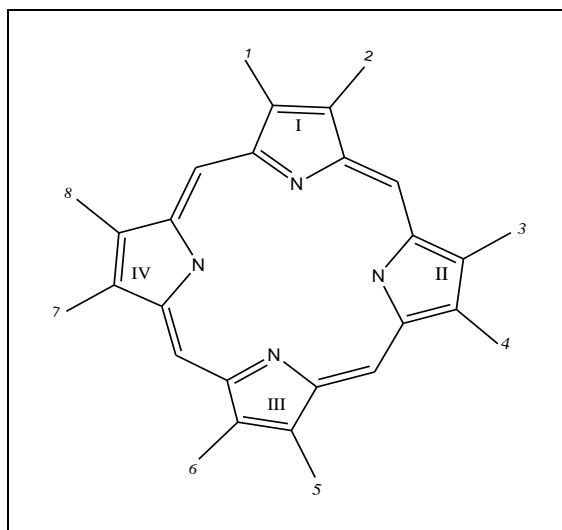
As civilizações antigas já tinham o hábito de retirar substâncias da natureza para colorir seus alimentos, e assim melhorar sua aparência. Egípcios adicionavam extratos naturais e vinhos para melhorar a aparência de seus produtos. Muitas substâncias de origem animal, vegetal ou mineral utilizadas como especiarias e condimentos, já tinham o objetivo de colorir os alimentos, mas foram gradualmente substituídas por outras com o objetivo específico de conferir cor.

Os corantes naturais são normalmente agrupados, em função de sua estrutura química, em: compostos heterocíclicos com estrutura tetrapirrólica, compostos de estrutura isoprenoide, flavonoides, betaleínas e outros. A seguir serão apresentados os principais grupos, suas características e as estruturas dos compostos químicos.

**Compostos heterocíclicos:** São compostos cíclicos que possuem no ciclo pelo menos um elemento diferente do carbono, oxigênio, nitrogênio ou enxofre.

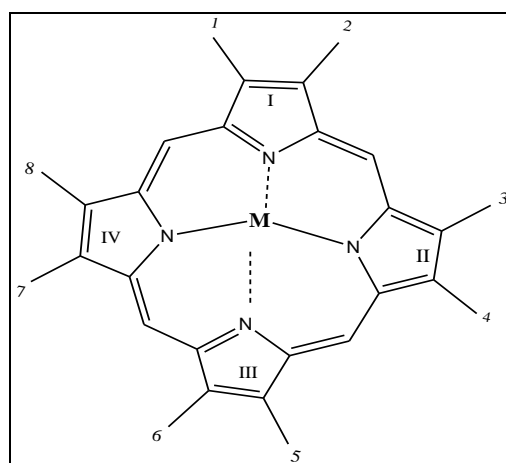
#### 2.3.1 Compostos heterocíclicos com estrutura tetrapirrólica

Esses compostos caracterizam-se pelo núcleo porfirina (Figura 8) associado, através de quatro átomos de nitrogênio, a um metal, sendo, portanto, denominados de metaloporfirinas (Figura 9).



**Figura 8:** Representação do núcleo porfirina.

Porfirina é uma estrutura **cíclica insaturada** e que contém quatro anéis pirrólicos, unidos por ligações simples entre carbonos. Esses anéis são numerados com algarismos romanos (I a IV). A porfirina um derivado das porfirinas, consiste no núcleo porfirina com substituintes nas posições 1 a 8. Os átomos de carbono situados na periferia dos anéis pirrólicos são numerados de 1 a 8. Os principais pigmentos encontrados em alimentos pertencentes a esse grupo são as **clorofilas** e os heme compostos (hemoglobina e mioglobina).



**Figura 9:** Representação da metaloporfirina.

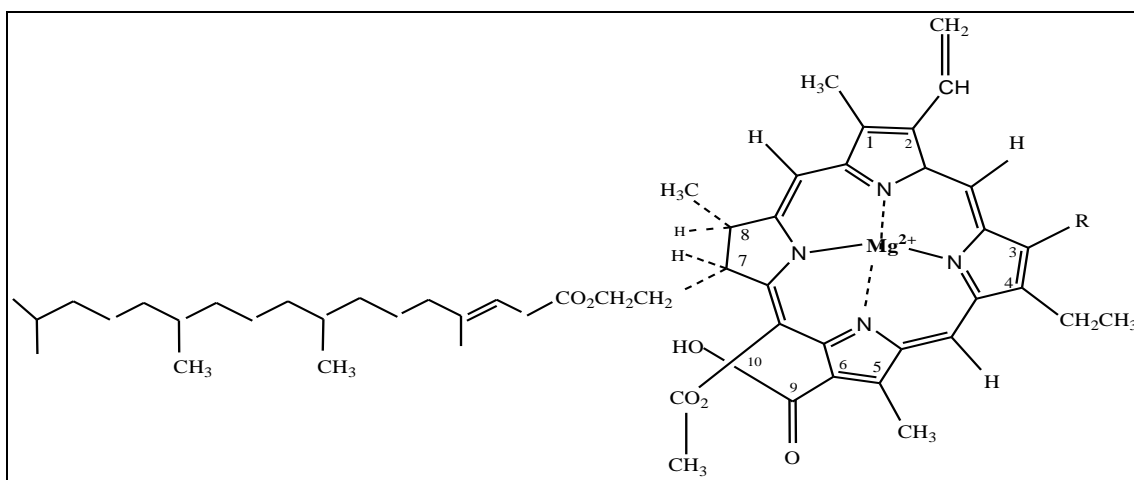
## Clorofila

A **clorofila** é principal cromóforo responsável pela **cor verde** nos vegetais. Sua classe de pigmentos é considerada a mais abundante na natureza, essencial no processo da fotossíntese.

Na estrutura da clorofila (Figura 10), as ligações entre as moléculas são fracas e, portanto são facilmente rompidas. Isso torna possível a extração das clorofilas dos tecidos vegetais verdes pela maceração do tecido com solventes orgânicos.

As diferenças de cor encontradas entre os vegetais são atribuídas à presença de outros pigmentos associados, particularmente os carotenoides que sempre acompanham as clorofilas.

Todas as clorofilas são porfirinas, formadas pela adição de um quinto anel isocíclico ao núcleo porfina. Apresenta uma estrutura tetrapirrólica quelada com **magnésio**, contendo os radicais metila nas posições 1, 3, 5 e 8, etila na 4, ácido propiônico esterificado com álcool fitílico na 7, cetona na 9 e carboximetoxila na 10. Na natureza são encontradas diferentes tipos de clorofilas, mas as mais importantes são conhecidas como: clorofila **a** e clorofila **b**, que diferem uma da outra em função do radical presente no C<sub>3</sub>. A clorofila **a** tem fórmula C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg com radical metila (-CH<sub>3</sub>), e a clorofila **b** tem fórmula C<sub>55</sub>H<sub>70</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>Mg, com radical formila (-HC=O). Na figura 9, é apresentada a estrutura da clorofila.

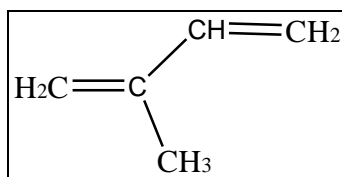


**Figura 10:** Estrutura da clorofila.

### 2.3.2 Compostos de estrutura isoprenoide

Os pigmentos pertencentes a esse grupo são denominados carotenoides. Sua cor varia de amarelo a vermelho. Esses pigmentos estão distribuídos na natureza, em vegetais junto com as clorofilas. Os animais não sintetizam carotenoides, mas podem ingerir o pigmento e absorvê-lo.

A estrutura básica dos carotenoides consiste em oito unidades de isopreno (Figura 11) unidas de tal forma que ocorre uma reversão na parte central da molécula e os dois grupos metílicos centrais que ficam separados por três carbonos.



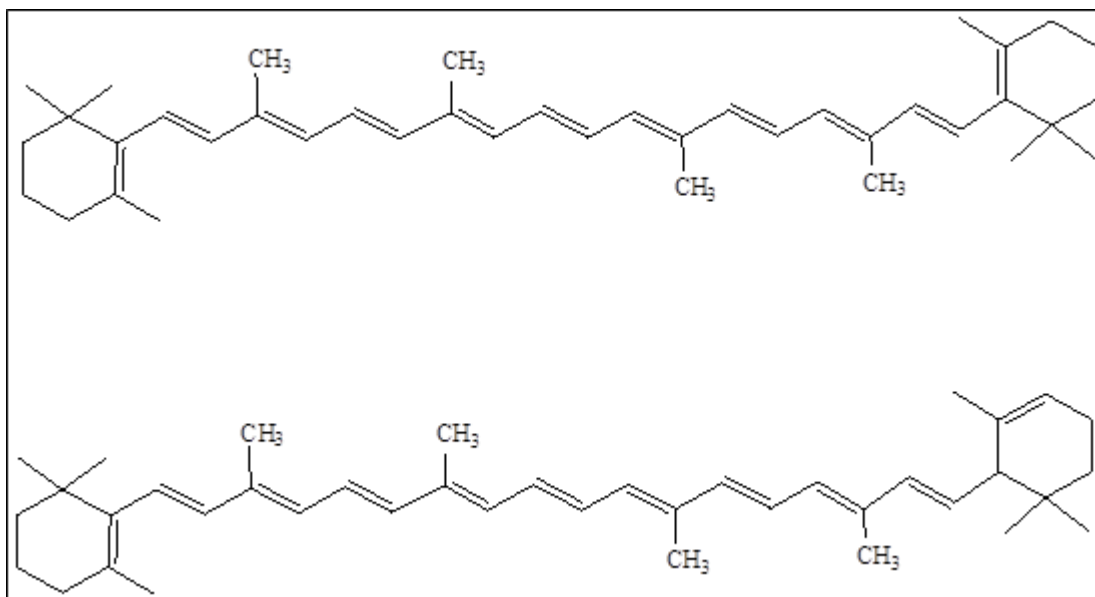
**Figura 11:** Estrutura do Isopreno.

Já foram identificados mais de 300 carotenoides, os quais podem ser classificados em dois grupos principais:

- Carotenos: compostos constituídos por carbono e hidrogênio.
- Xantofilas: derivados obtidos por oxidação dos carotenos com formação dos grupos: hidroxila, metoxila, carboxila, cetona.

A **cor** dos compostos desse grupo é resultante da presença de um sistema de **duplas ligações conjugadas** (Figura 13). Para que a cor amarela apareça, são necessárias, no mínimo, **sete ligações conjugadas**. O aumento no número de duplas ligações resulta em maiores comprimentos de onda e conseqüentemente, os carotenoides tornam-se mais vermelhos.

Os principais carotenoides encontrados em folhas verdes são luteína, violaxantina e neoxantina. Em frutas, durante a maturação, grandes quantidades de carotenoides são formados. Os mais frequentes são  $\alpha$  e  $\beta$ - caroteno e xantofilas. A presença de luz é necessária para a síntese dos carotenoides.



**Figura 12:** Estruturas químicas respectivamente do  $\beta$ -caroteno e do  $\alpha$ - caroteno.

**Tabela 1:** Carotenos e ocorrência em alimentos.

Carotenos	Atividade de pró- vitamina A	Ocorrência em alimentos
$\alpha$ -caroteno	50-54	Cenoura, tomate, laranja
B-caroteno	100	Cenoura, tomate, laranja
$\gamma$ -caroteno	42-50	Cenoura, tomate, laranja
Licopeno	Desprezível	Tomate, cenoura, pimentão
Cataxantina	Desprezível	Cogumelo, crustáceos
Bixina	Desprezível	Urucum
Zeaxantina	Desprezível	Milho, pimentão verde

### 2.3.3 Flavonoides

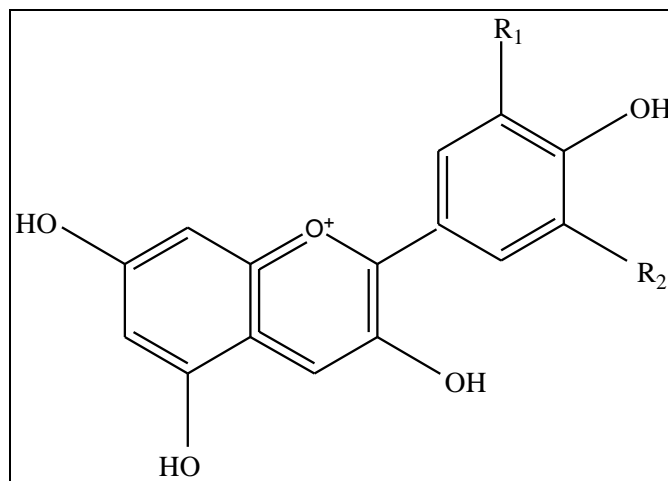
Os compostos heterocíclicos com oxigênio na molécula são denominados flavonoides. Essa classe de pigmentos é encontrada apenas em vegetais. Todos os flavonoides têm a estrutura  $-C_6-C_3-C_6-$ , sendo que as duas partes da molécula com 6 carbonos são anéis aromáticos.

Os flavonoides são subdivididos em antocianinas e outros flavonoides.

### **Antocianinas**

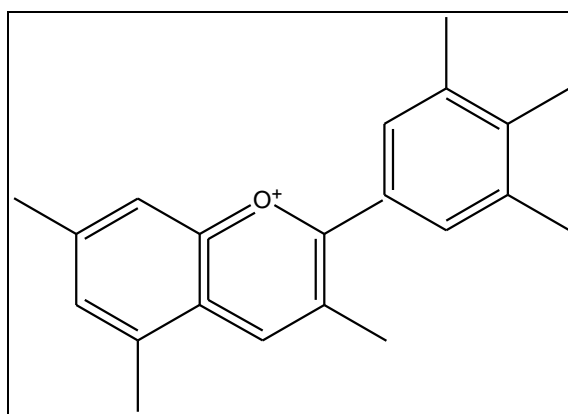
As antocianinas são pigmentos encontrados apenas em vegetais. São pigmentos dominantes em frutas e flores, podem apresentar cores que variam de vermelho intenso ao violeta e azul.

Antocianinas são antocianidinas (Figura 13) ligadas a açúcares e muito frequentemente contêm ácidos ligados aos açúcares. Os açúcares conferem estabilidade à antocianina.



**Figura 13:** Estrutura química da antocianidina.

A estrutura fundamental das antocianidinas consiste no núcleo flavilium (Figura 14).



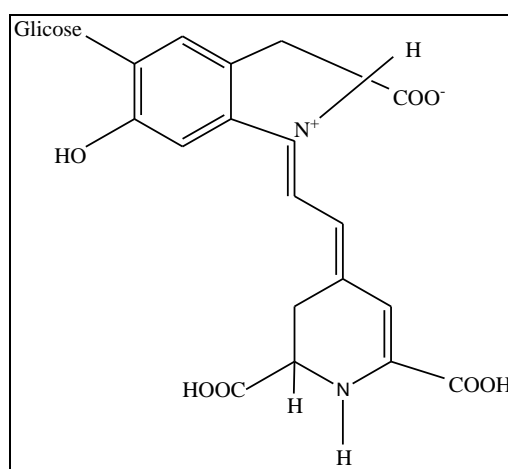
**Figura 14:** Estrutura química do núcleo flavilium.

**Tabela 2:** Antocianinas em alimentos.

Antocianidina	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	λ <sub>máx</sub> (nm)	Ocorrência
Pelargonidina	H	H	520	Morango, amora
Cianidina	OH	H	535	Jabuticaba
Delfinidina	OH	OH	546	Berinjela
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	542	Uvas
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H	532	Cereja, uva

### 2.3.4 Betalaínas ou betaninas

As betalaínas são encontradas apenas em vegetais, à qual pertence à beterraba. Elas formam um grupo de compostos químicos ricos em nitrogênio com mais de 70 tipos diferentes, sendo que pelo menos 50 apresentam a cor vermelho vinho, conhecidas como **betaninas** que é o principal **cromóforo**. Os outros 20 restantes possuem uma cor amarelada, sendo conhecidos como betaxantinas. O teor de corante vermelho vinho é tão grande na beterraba, sua cor é tão intensa que é preferido frente aos corantes sintéticos.

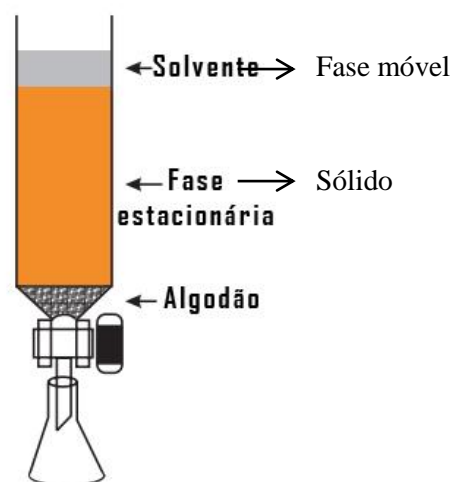
**Figura 13:** Estrutura química da betanina.

## 2.4 Cromatografia em coluna ou papel

Em 1903, Mikhail Tswett utilizou pela primeira vez a cromatografia na separação de pigmentos de plantas.

A cromatografia é um método de separação de substâncias, que apresenta uma **fase fixa (sólida)** e uma **fase móvel (solvente)**.

Em uma coluna cromatográfica (Figura 14) a fase móvel (que se move na coluna) é um líquido e a fase estacionária (fixa a coluna) é um sólido, por exemplo, a sílica. Já na cromatografia em papel a fase móvel é um líquido e a fase estacionária é o papel.



**Figura 14:** Representação de uma coluna cromatográfica.  
(DEGANI, A. L.G.; CASS, Q. B.; VIEIRA. P.C, 1998)

## **2.5 Corantes artificiais ou sintéticos**

Os corantes artificiais é uma classe de aditivos químicos sem valor nutritivo, introduzidos nos alimentos e bebidas com um único objetivo de conferir cor, tornando-os mais atrativos.

No ano de 1856, o químico chamado William Henry Perkin com apenas 18 anos, produziu o primeiro corante sintético, que chamou de malveína, substância de cor roxa (púrpura). Depois disso outros corantes começaram a ser sintetizados.

Alguns corantes sintéticos podem ser prejudiciais à saúde e por isso cada país apresenta uma legislação quanto à utilização dos mesmos em alimentos. Os corantes podem causar desde simples urticárias, passando por asma e reações imunológicas entre outros. No Brasil, os corantes sintéticos autorizados são classificados em categorias que serão apresentadas a seguir:

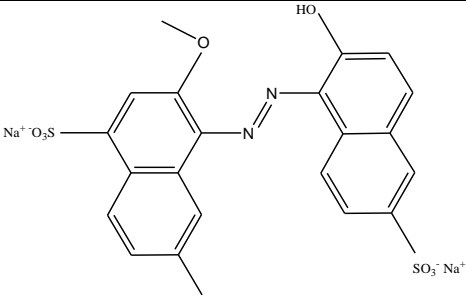
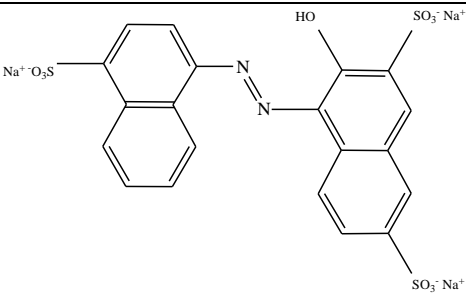


### 2.5.1 Corantes azo

É a maior e mais importante classe de corantes artificiais, utilizados em alimentos. Essa classe compreende vários compostos, e seu nome azo se deve ao grupamento **-N=N-**, que liga a diferentes anéis na molécula. Os compostos que fazem parte dessa classe de corantes são:

**Quadro 2:** Estrutura química dos corantes artificiais do grupo azo e suas respectivas cores.

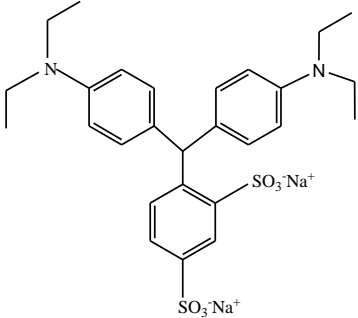
Nome do corante	Estrutura química dos corantes do grupo <b>azo</b>	Cores
<b>Tartrazina</b>		<b>AMARELO</b>
<b>Crepúsculo</b>		<b>LARANJA</b>
<b>Azorrubina</b>		<b>VERMELHO E PÚRPURA</b>
<b>Ponceau 4R</b>		<b>VERMELHO E PÚRPURA</b>

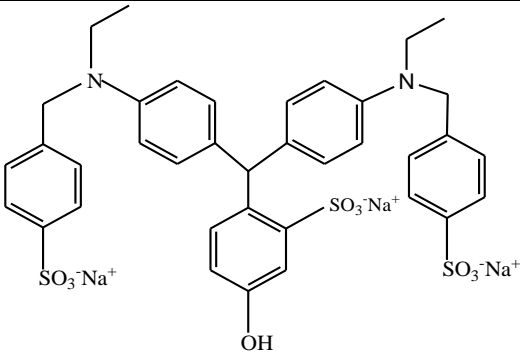
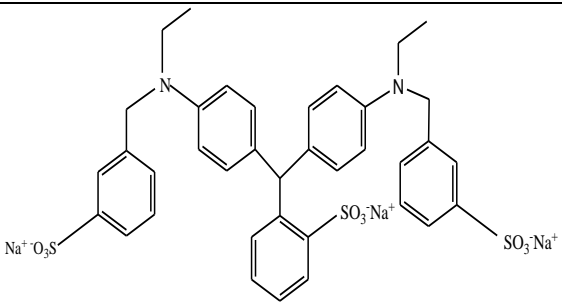
<p><b>Vermelho 40</b></p>		<p><b>VERMELHO E PÚRPURA</b></p>
<p><b>Amaranto</b></p>		<p><b>VERMELHO E PÚRPURA</b></p>

### 2.5.2 Corantes *trifenilmetanos*

É um grupo que apresenta três substâncias corantes, sendo duas que conferem tom azul e outra que é verde. O nome deste grupo vem de sua estrutura química, que tem em comum um sistema de três anéis aromáticos. Os compostos que fazem parte dessa classe de corantes são:

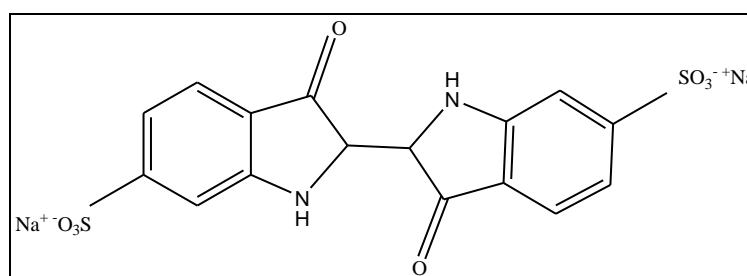
**Quadro 3:** Estrutura química dos corantes artificiais do grupo *trifenilmetanos* e suas respectivas cores.

Nome do corante	Estrutura química dos corantes do grupo <b>trifenilmetanos</b>	Cores
<p><b>Azul patente V</b></p>		<p><b>AZUL</b></p>

Verde rápido FCF		VERDE
Azul brilhante		AZUL INTENSO

### 2.5.3 Corantes indigoides

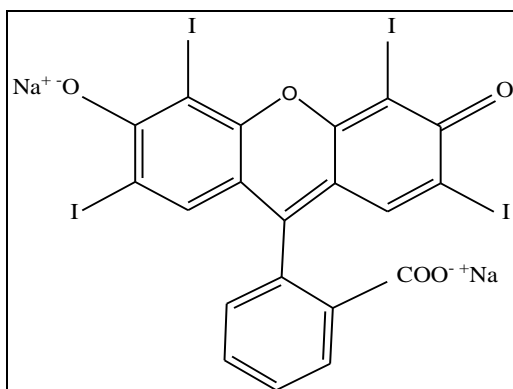
Este grupo apresenta apenas um corante artificial autorizado no Brasil: índigo, que apresenta cor azul. O índigo é a cor azul que todo mundo observa no jeans, variando para tons mais claros e escuros. O corante desse grupo é chamado de azul de Indigotina.



**Figura 15:** Estrutura química do corante azul de Indigotina.

### 2.5.4 Corantes xantenos

Deste grupo de corantes apenas a Eritrosina é permitida no Brasil para uso em alimentos. Sua coloração varia do rosa ao vermelho.



**Figura 16:** Estrutura química do corante Eritrosina.

### 3. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos teoria e prática**. 4ª ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.

BARROS, de, A. A.; BARROS, E. B. de, P. **A Química dos Alimentos Produtos Fermentados e Corantes**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

BROWN. T. L.; LEMAY, Jr. H. E.; BURSTEN. B. E. **Química Ciência Central**. 7ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1997.

DEGANI, A. L.G.; CASS, Q. B.; VIEIRA. P.C. Cromatografia um breve ensaio. **Química Nova na Escola**. n. 7, p. 21-25, maio, 1998.

HARRIS. D. C. **Análise Química Quantitativa**. 6ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2005.

LE COUTER, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

ORNA, M. V. Chemistry and artists' colors: Part I. Light and color. **Journal of Chemical Education**. Washinton, vol. 57, n. 4, p. 256-258, apr. 1980.

ORNA, M. V. (1980b). Chemistry and artists' colors: structural features of colored compounds. **Journal of Chemical Education**. Washington, vol. 57, n. 4, p. 264-266, apr. 1980b.

ORNA, M. V. The Chemical origins of color. **Journal of Chemical Education**. Washinton, vol. 55, n. 8, p. 478-484, aug. 1978.

PEDROSA, I. **O universo da cor**. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2004.

RETONDO, C. R.; FARIA, P. **Química das sensações**. 3ª ed. Campinas, SP: Átomo, 2009.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2007.

SALVETTI, A. R. **A história da luz**. 2ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

SILVA, G. S. **A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem**. 2013. 216 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SILVERSTEIN, R. M.; BASSLER, G. C.; MORRILL, T. C. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A, 1979.

SOLOMONS, T. W. G.; **Química Orgânica**. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO INICIAL – OFICINA: “ASPECTOS GERAIS E QUÍMICOS DAS CORES”



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao preencher este questionário, contribuirá para está pesquisa.

### Questionário Inicial

#### Dados de Identificação

Nome: \_\_\_\_\_

idade: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

1) Qual disciplina você mais gosta? Justifique.

2) Você pretende fazer algum curso superior? Qual?

3) Você acredita que a Química está presente no seu dia a dia? Dê exemplos.

4) Você acredita que existe alguma relação entre a Química e as cores? Qual (is)?

5) Você já estudou algum conceito/conteúdo relacionado ao tema cores? Qual (is)?

**- De acordo com seus conhecimentos científicos, analise as questões a seguir e responda.**

6) “Epícuro, há mais de 2.300 anos desenvolveu o raciocínio de que a cor guarda íntima relação com a luz”. De acordo com esta afirmativa, assinale a alternativa que você considera correta e justifique a sua escolha.

(a) A cor só é visualizada quando falta luz.

(b) Cor e luz apresentam grande relação, sendo que quando falta luz não enxergamos as cores.

(c) As cores que visualizamos nos objetos independem da presença de luz.

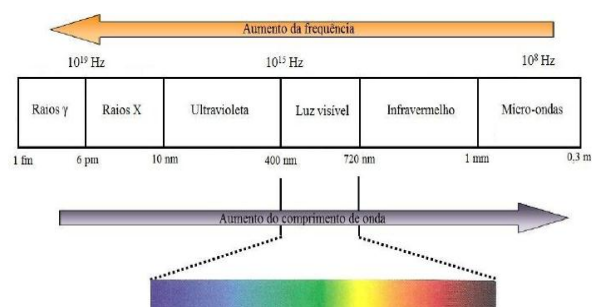
(d) Cor e luz apresentam uma íntima relação, sendo que na ausência de luz não enxergamos nem tonalidades de cinza.

(e) A luz é essencial para o objeto não aparecer colorido.

Justificativa:

7) A solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  apresenta coloração **verde**. Em sua opinião, qual é a explicação química sobre a presença de cor nessa solução?

8) Observe a imagem a seguir:



a) O que você acha que está representado na imagem?

---

b) Na sua opinião essa imagem apresenta alguma relação com o tema "Cores". Justifique.

---

c) O que você acha que representa o comprimento de onda, a energia e a frequência nessa imagem?

---

**Obrigada !**



**APÊNDICE D – ATIVIDADES ILUSTRATIVAS E DESCRITIVAS – OFICINA:  
“ASPECTOS GERAIS E QUÍMICOS DAS CORES”**



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Nome \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

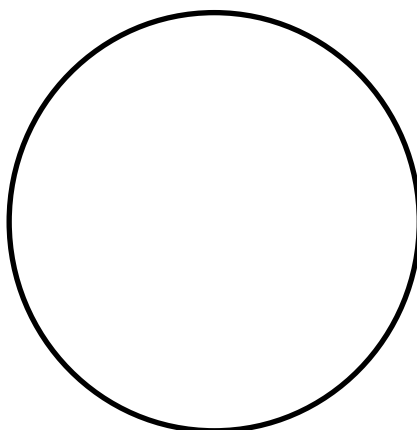
**- 1ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: “Decomposição da luz branca”.**

<b>Materiais</b>	<b>Modo de utilizar</b>
1ª parte: Prisma.	Utilizando um prisma de vidro direcione o mesmo para uma lâmpada e observe o resultado.
2ª parte: Espectroscópio caseiro (CD, caixa média, fita isolante e tesoura).	Após montar o espectroscópio direcione o mesmo para uma lâmpada e observe o resultado.

- Anote em ordem as cores que você observou utilizando os dois instrumentos (prisma e espectroscópio).

\_\_\_\_\_

- Utilizando o círculo a seguir, faça uma divisão conforme a ordem de cores que você visualizou na primeira atividade experimental utilizando os dois instrumentos (prisma e espectroscópio caseiro) e pinte.





**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:**  
**Química da Vida e Saúde**  
**Pesquisa do projeto de mestrado**  
**Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig**

Nome \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

- 2ª ATIVIDADE EXPERIMENTAL: “Investigando a Química envolvida nas cores”.

Materiais	Modo de utilizar
1ª parte: Caixa de sapato, CD, isopor, solução de $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ e $\text{Co}^{2+}$ e lanterna.	Colocar no interior da caixa cada solução colorida. Colocar o feixe de luz da lanterna sobre a solução. Observar no CD que está fixo na caixa o resultado.
2ª parte: Corantes, lanterna.	Utilizar soluções de corantes alimentícios (verde e vermelho) e incidir o laser sobre as amostras. Observar os resultados.

1ª parte - Qual a cor que cada íon em solução apresenta?

$\text{Cu}^{2+}$  \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{2+}$  \_\_\_\_\_

$\text{Co}^{2+}$  \_\_\_\_\_

- Qual(is) a(s) cor(es) que apareceram com **maior intensidade** no CD para cada íon em solução na presença do feixe de luz da lanterna?

$\text{Cu}^{2+}$  \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{2+}$  \_\_\_\_\_

$\text{Co}^{2+}$  \_\_\_\_\_

- O que você concluiu com essa atividade experimental?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

-Sobre as amostras dos corantes **verde** e **vermelho** faça uma ilustração do que ocorreu com a luz dos lasers em cada caso e explique.

\*Observação: Para cada amostra de corante teste os 2 feixes de luz (vermelho e verde).

Ilustração:





## APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL – OFICINA: “ASPECTOS GERAIS E QUÍMICOS DAS CORES”



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Krausig

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao preencher este questionário, contribuirá para está pesquisa.

### Questionário Final

#### Dados de Identificação

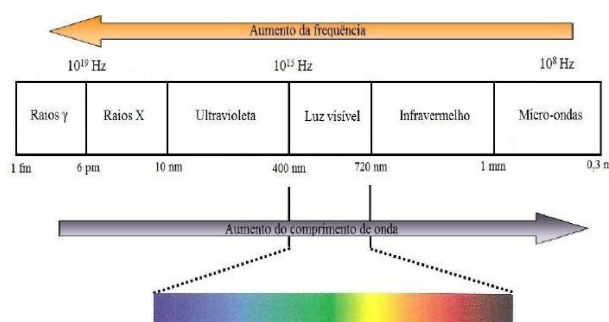
Nome: \_\_\_\_\_  
idade: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

1) “Epícuro, há mais de 2.300 anos desenvolveu o raciocínio de que a cor guarda íntima relação com a luz”. De acordo esta afirmativa, assinale a alternativa que você considera correta e justifique a sua escolha.

- (a) A cor só é visualizada quando falta luz.
- (b) Cor e luz apresentam grande relação, sendo que quando falta luz não enxergamos as cores.
- (c) As cores que visualizamos nos objetos independem da presença de luz.
- (d) Cor e luz apresentam uma íntima relação, sendo que na ausência de luz não enxergamos nem tonalidades de cinza.
- (e) A luz é essencial para o objeto não aparecer colorido.

Justificativa: \_\_\_\_\_

2) Observe a imagem a seguir:



a) O que você acha que está representado na imagem?

\_\_\_\_\_

b) Na sua opinião essa imagem apresenta alguma relação com o tema “Cores”. Justifique.

\_\_\_\_\_

c) Explique a região da luz visível em termos de comprimento de onda, energia e frequência.

Sendo que  $E = h \cdot \nu$  e  $\nu = c / \lambda$

E= energia, h= constante de Plank,  $\nu$ = frequência, c= velocidade da luz e  $\lambda$ = comprimento de onda.

---

3) Considerando o seu dia-a-dia, muitos objetos ao seu redor apresentam cores. Como você explicaria o fenômeno da cor?

---

4) Algumas soluções que apresentam metais de transição são geralmente coloridos. Isso sugere que os elétrons presentes nos orbitais **d** que estão parcialmente preenchidos devem estar envolvidos no fenômeno da geração da cor. Qual das configurações eletrônicas melhor representa este fenômeno:

(a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$

(b)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

(c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

(d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

(e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0$

Justifique:

---

5) A solução de  $ZnCl_2$  não apresenta cor. Qual a explicação química envolvida neste caso?

---

Obrigada

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO INICIAL – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao preencher este questionário, contribuirá para está pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

### Questionário Inicial

1) Você sabe porque são utilizados corantes em alimentos?

\_\_\_\_\_

2) De acordo com seus conhecimentos, qual é a diferença dos corantes naturais e dos corantes artificiais presentes nos alimentos?

\_\_\_\_\_

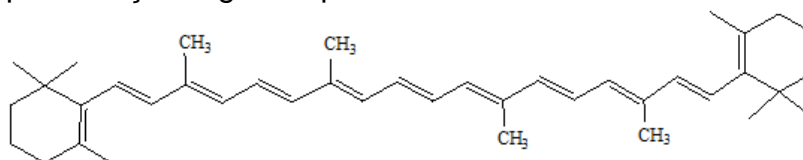
\_\_\_\_\_

3) Se você tivesse que optar entre um produto que contém corante natural e outro que contém corante artificial, qual você escolheria? Justifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

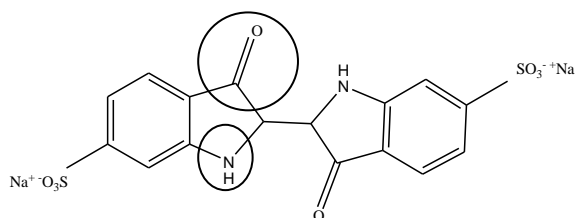
4) Um dos principais pigmentos naturais presentes na cenoura é o  $\beta$ -caroteno, responsável pela sua coloração laranja. De acordo com a estrutura química do  $\beta$ -caroteno, indique a função orgânica presente:



- (a) Hidrocarboneto aromático.
- (b) Hidrocarboneto.
- (c) Haleto.
- (d) Álcool.
- (e) Fenol.

5) O corante artificial azul de indigotina, pertence à classe dos corantes indigoides. Esse corante, para quem não conhece é o azul do jeans, que varia de tons mais claros até tons mais escuros. A seguir, identifique as funções orgânicas indicadas no composto:

- (a) amida e álcool.
- (b) amina e aldeído.
- (c) amina e amida.
- (d) amina e acetona.
- (e) acetona e amida.



**Obrigada !**



## APÊNDICE G – ATIVIDADES DESCRITIVAS – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS”



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Nome \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

- Complete o quadro a seguir com as cores que você observou.

Amostras	Solventes				
	Água	Acetona	Metanol	Hexano	Dicloroetano
Cenoura					
Pimentão Verde					
Pimentão amarelo					
Couve verde					
Repolho roxo					
Beterraba					

- Explique resumidamente para cada amostra de corante porque ocorreu à extração com a utilização de determinados solventes e em outros casos não ocorreu à extração.

---



---



---



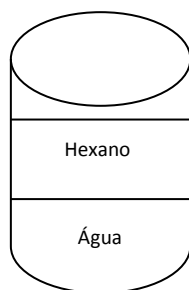
---



---

- Explique os desenhos a seguir utilizando os conceitos trabalhados em aula:

1



2



---

---

---

---

---

- Você saberia explicar porque a água é considerada um solvente polar e não apolar? Desenhe a estrutura da água e faça uma breve discussão.

## APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL – OFICINA: “CORANTES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM ALIMENTOS”



Universidade Federal de Santa Maria  
Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências:  
Química da Vida e Saúde  
Pesquisa do projeto de mestrado  
Pesquisadora: Ângela Renata Kraisig

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado, do programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Sua colaboração ao preencher este questionário, contribuirá para está pesquisa.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

### Questionário Final

1) De acordo com seus conhecimentos, qual é a diferença dos corantes naturais e dos corantes artificiais presentes nos alimentos?

---



---

2) Se você tivesse que optar entre um produto que contém corante natural e outro que contém corante artificial, qual você escolheria? Justifique.

---



---

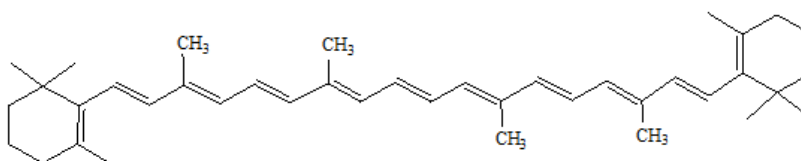
3) No seu ponto de vista, porque algumas vezes os corantes artificiais são mais preferíveis que os naturais?

---



---

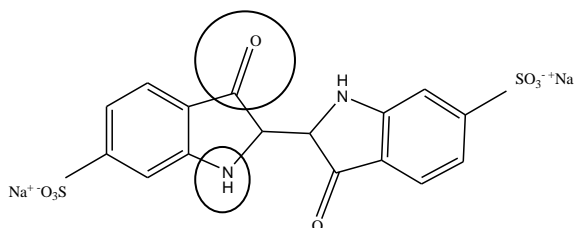
4) Um dos principais pigmentos naturais presentes na cenoura é o  $\beta$ -caroteno, responsável pela sua coloração laranja. De acordo com a estrutura química do  $\beta$ -caroteno, indique a função orgânica presente:



- (a) Hidrocarboneto aromático.
- (b) Hidrocarboneto.
- (c) Haleto.
- (d) Álcool.
- (e) Fenol.

5) O corante artificial azul de indigotina, pertence à classe dos corantes indigoides. Esse corante, para quem não conhece é o azul do jeans, que varia de tons mais claros até tons mais escuros. A seguir, identifique as funções orgânicas indicadas no composto:

- (a) amida e álcool.
- (b) amina e aldeído.
- (c) amina e amida.
- (d) amina e acetona.
- (e) acetona e amida.



**Obrigada.**