



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL

Monique Freitas Corrêa Bento

O USO DE CORANTES NATURAIS COMO TEMÁTICA
CENTRAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Rio de Janeiro

2024

Monique Freitas Corrêa Bento

***O USO DE CORANTES NATURAIS COMO TEMÁTICA
CENTRAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA***

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Mestrado Profissional em
Química em Rede Nacional da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como requisito
parcial à obtenção do título de Mestre em
Química.

Orientadoras:

Profa. Dra. Bárbara Vasconcellos da Silva

Profa. Dra. Daniella Rodrigues Fernandes

Profa. Dra. Roberta Katlen Fusco Marra

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

C824u Corrêa-Bento, Monique Freitas
O USO DE CORANTES NATURAIS COMO TEMÁTICA CENTRAL
PARA O ENSINO DE QUÍMICA / Monique Freitas Corrêa
Bento. -- Rio de Janeiro, 2024.
156 f.

Orientadora: Bárbara Vasconcellos da Silva.
Coorientador: Daniella Rodrigues Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Química em Rede Nacional, 2024.

1. Corantes Naturais. 2. Ensino de Química. 3.
Tie-Dye. I. da Silva, Bárbara Vasconcellos, orient.
II. Fernandes, Daniella Rodrigues, coorient. III.
Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Monique Freitas Corrêa Bento

***O USO DE CORANTES NATURAIS COMO TEMÁTICA
CENTRAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada por:

Documento assinado digitalmente
 **BARBARA VASCONCELLOS DA SILVA**
Data: 17/09/2025 19:24:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Bárbara Vasconcellos da Silva (Orientadora) – Presidente
(Instituto de Química – Departamento de Química Orgânica – UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **DANIELLA RODRIGUES FERNANDES NORONHA**
Data: 18/09/2025 09:15:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Daniella Rodrigues Fernandes (Orientadora)
(Instituto de Química – Departamento de Química Orgânica – UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **ROBERTA KATLEN FUSCO MARRA**
Data: 22/09/2025 13:51:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Roberta Katlen Fusco Marra (Orientadora)
(Instituto de Química – Departamento de Química Orgânica – UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **MAGALY GIRAÓ ALBUQUERQUE**
Data: 22/09/2025 16:09:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Magaly Girão Albuquerque
(Instituto de Química – Departamento de Química Orgânica – UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **ROSA CRISTINA DIAS PERES**
Data: 23/09/2025 12:36:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Rosa Cristina Dias Peres
(Instituto de Química – Departamento de Química Inorgânica – UFRJ)

Dedico este trabalho ao meu marido, Luiz Felipe de Jesus Bento Corrêa, ao meu filho, Bernardo Freitas Corrêa Bento, à minha mãe, Luci Rosane Freitas Corrêa, e ao meu pai, Ailton Corrêa (*in memoriam*). E às minhas irmãs, sobrinhos e a todos que me apoiaram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero louvar e agradecer a Deus pela conquista, pois sem Ele não teria conseguido tal feito.

Agradeço ao meu marido, Luiz Felipe de Jesus Bento Corrêa, e ao meu filho, Bernardo Freitas Corrêa Bento, por toda dedicação, amor, apoio e compreensão.

Agradeço a minha mãe, Luci Rosane Freitas Corrêa, e meu pai, Ailton Corrêa (*in memoriam*), por todo o incentivo e investimento em meus estudos.

Agradeço às minhas irmãs, Simone Freitas Corrêa, Patrícia Freitas Corrêa e Beatriz Gardioli Corrêa, que sempre me apoiam e celebram comigo mais essa conquista.

Agradeço aos meus familiares, em especial, minha avó, Arleta Dias Freitas (*in memoriam*), e meu tio Paulo Corrêa, que acreditaram e investiram em mim.

Agradeço aos meus amigos que celebram e incentivam cada conquista.

Agradeço às minhas orientadoras, Dra. Bárbara Vasconcellos da Silva, Dra. Daniella Rodrigues Fernandes Noronha e Dra. Roberta Katlen Fusco Marra, por toda paciência e dedicação.

Agradeço às minhas diretoras do Colégio Estadual José Veríssimo, Adriana Kaled da Motta Barros, Mariangela da Conceição Pintor e Gersa Cozzolino do Centro Educacional Imperial, e minha coordenadora Soraya Alves Tomaz Lopes, por toda disponibilidade em viabilizar tal conquista.

CORRÊA-BENTO, Monique Freitas. O uso de corantes naturais como temática central para o ensino de Química. – Rio de Janeiro, 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Os corantes naturais vêm sendo usados há milhares de anos para colorir fibras, tecidos e outros materiais, obtidos a partir de plantas, insetos e minerais. Como alternativa aos corantes sintéticos estão ganhando a atenção dos pesquisadores e empresários como alternativas mais sustentáveis para aplicação no tingimento têxtil. Devido à diversidade estrutural dos corantes naturais, suas diferentes fontes de obtenção e métodos de extração, este tema é o foco central desta dissertação, cujo objetivo foi extrair corantes de frutas, legumes e temperos, para o ensino de conteúdos químicos, como separação de misturas, pH, funções orgânicas e interações intermoleculares, em turmas de ensino médio. O trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, investigou-se as matérias-primas a serem utilizadas e seus respectivos métodos de extração. As matérias-primas selecionadas foram beterraba, feijão preto, hibisco, urucum, cascas de cebola, açafrão-da-terra e repolho roxo. Utilizou-se o método de extração por solvente sob aquecimento para obtenção dos corantes e avaliou-se a paleta de cores obtida pelo tingimento de tecidos de algodão. A segunda etapa constituiu no planejamento e execução de uma oficina com discentes do Colégio Estadual José Veríssimo e Centro Educacional Imperial, ambos localizado no município de Magé, na região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. A oficina foi dividida em três encontros: o primeiro consistiu na aplicação de uma aula teórica, abordando os conteúdos de química envolvidos na prática; no segundo, os discentes realizaram a prática da extração dos corantes naturais e participaram de uma roda de conversa; e no terceiro, os discentes aplicaram os corantes extraídos em uma atividade de tingimento de tecidos de algodão, empregado a técnica *Tie-Dye*, como uma forma de aliar arte e ciência. A verificação de aprendizagem foi realizada na semana seguinte ao terceiro encontro, na forma de um questionário, contendo perguntas discursivas e objetivas sobre os assuntos discutidos durante a oficina. Observou-se que as atividades desenvolvidas estimularam o protagonismo dos discentes, pois eles mesmos executaram toda a parte prática com autonomia e iniciativa. Além disso, tiveram seu lugar de fala em todo o processo de ensino e aprendizagem, principalmente na roda de conversa.

Eles conseguiram relacionar a Química com seu cotidiano, enxergando-a além das fórmulas químicas. Entretanto, mesmo utilizando metodologias de ensino ativas, alguns assuntos de Química considerados mais abstratos, ainda foram de maior dificuldade de entendimento por parte dos discentes, refletindo em um menor número de acerto dessas questões. Todas as etapas de aplicação da sequência didática, incluindo a oficina, estão registradas em um *e-book* intitulado “Explorando as cores da terra: O uso de corantes naturais como facilitador do ensino de Química”, recurso digital gratuito para que outros docentes possam ter acesso e utilizá-lo como ferramenta de ensino.

Palavras-chave: corantes naturais, tingimento de tecidos, ensino de química, *Tie-Dye*.

CORRÊA-BENTO, Monique Freitas. O uso de corantes naturais como temática central para o ensino de Química. – Rio de Janeiro, 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Natural dyes have been utilized for thousands of years to color fibers, fabrics, and other materials derived from plants, insects, and minerals. As a sustainable alternative to synthetic dyes, they have garnered attention from researchers and entrepreneurs for their potential application in textile dyeing. Due to the structural diversity of natural dyes, their varied sources, and extraction methods, this topic is the central focus of this dissertation. The objective was to extract dyes from fruits, vegetables, and spices for teaching chemical concepts, such as separation of mixtures, pH, organic functions, and intermolecular interactions, in high school classes. The work was divided into two stages. In the first stage, the raw materials and their respective extraction methods were investigated. The selected raw materials were beetroot, black beans, hibiscus, annatto, onion skins, turmeric, and red cabbage. Solvent extraction under heating was used to obtain the dyes, and the color palette obtained by dyeing cotton fabrics was evaluated. The second stage consisted of planning and executing a workshop with students from Colégio Estadual José Veríssimo and Centro Educacional Imperial, both located in the city of Magé, in the metropolitan region of Rio de Janeiro. The workshop was divided into three meetings: the first consisted of a theoretical class covering the chemistry content involved in the practice; in the second, students carried out the practice of extracting natural dyes and participated in a discussion group; and in the third, students applied the extracted dyes in a cotton fabric dyeing activity using the Tie-Dye technique, combining art and science. The learning assessment was conducted the week after the third meeting, in the form of a questionnaire containing discursive and objective questions about the topics discussed during the workshop. It was observed that the activities encouraged students to take a leading role, as they carried out all the practical work autonomously. Additionally, they had a voice in the entire teaching and learning process, especially in the discussion group. They were able to relate chemistry to their daily lives, seeing it beyond chemical formulas. However, even using active teaching methodologies, some chemistry topics considered more abstract were still more challenging for students to understand, resulting

in fewer correct answers to these questions. All the steps of the teaching sequence, including the workshop, are recorded in an e-book entitled "Exploring the Colors of the Earth: The Use of Natural Dyes as a Facilitator of Chemistry Teaching", a free digital resource that other teachers can access and use as a teaching tool.

Keywords: natural dyes, fabric dyeing, chemistry teaching, Tie-Dye.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estruturas químicas de betalainas (1) – betanina (2); curcumina (3); antocianidinas (4) – delphinidina-3- <i>O</i> -glicosídeo (5) e quercetina (6); carotenoides - norbixina (7) e bixina (8) e clorofilas a e b (9).	19
Figura 2 – Classificação dos corantes naturais.	20
Figura 3 – Estrutura química do ácido 7- α -D-glicopiranosil-9,10-di-hidro-3,5,6,8-tetra-hidroxi-metil-9,10-dioxo-2-antracenocarboxílico (10) (ácido carmínico).....	22
Figura 4 – Estruturas químicas da hemateína (11) e hematoxilina (12).	23
Figura 5 - Estruturas químicas dos principais monômeros dos polímeros constituintes das fibras têxteis naturais e não naturais (sintéticas e artificiais). Celulose natural (13), proteína (14), celulose sintética (15), xantato de celulose (16), triacetato de celulose (17), poliácridonitrila (18), poliéster (19), poliamida (20).....	25
Figura 6 – Interações entre a fibra celulósica do algodão e mordentes metálicos, corantes e tanino.	26
Figura 14 – Estruturas químicas da curcumina (3) norbixina (7) e bixina (8), mostrando as regiões hidrofóbicas (em rosa) e hidrofílicas (em amarelo).	53
Figura 15 – Fotografias que ilustram as etapas de extração do corante do açafrão da terra: (A) paisagem, (B) adição de etanol, (C) aquecimento, (D) filtração e (E) extrato.	55
Figura 16 – Fotografias que ilustram as etapas de extração do corante da beterraba: (A) paisagem, (B) adição de água, (C) aquecimento, (D) filtração e (E) extrato.....	55
Figura 17 – Fotografias que ilustram as etapas de extração de corante do repolho roxo: (A) paisagem, (B) adição de etanol, (C) aquecimento, (D) filtração e (E) extrato.	56
Figura 18 – Fotografias que ilustram as etapas de extração de corante do urucum: (A) paisagem, (B) aquecimento e (C) extrato.....	56
Figura 19 – Fotografias que ilustram as etapas de (1) extração do corante do hibisco: (A) chá de hibisco, (B) paisagem e (C) aquecimento; (2) extração do corante de cascas de cebola roxa e amarela: (A) aquecimento da casca de cebola roxa, (B) paisagem da casca de cebola amarela, e (C) aquecimento da casca de cebola roxa. (3) grãos de feijão embebidos em água.	57

Figura 21 – Ilustração de todos os resultados do procedimento de extração de corantes das diferentes matérias primas. (A- açafrão-da-terra; B- beterraba; C- repolho roxo; D- urucum; E- hibisco; F- cebola roxa; G- cebola amarela; H- feijão-preto).	58
Figura 22 – Fotografias que ilustram as etapas do procedimento de purga: (A) pesagem do tecido, (B) detergente neutro a ser utilizado, (C) aquecimento do tecido em água com o detergente.	59
Figura 23 – Procedimento de aplicação do mordente para a fixação dos corantes naturais nos tecidos antes do tingimento: (A) pesagem do alúmen de potássio e (B) aquecimento do tecido, com alúmen de potássio em água.	60
Figura 24 – Representação esquemática da interação lã-mordente-corante.	60
Figura 25 –Tingimento dos tecidos com os corantes obtidos das extrações: ((A) repolho roxo, (B) feijão preto, (C) hibisco, (D) beterraba, (E) cebola amarela, (F) urucum, (G) açafrão-da-terra e (H) cebola roxa.	61
Figura 26 – Cores dos tecidos após o tingimento: (A) repolho roxo, (B) feijão preto, (C) hibisco, (D) beterraba, (E) cebola amarela, (F) urucum, (G) açafrão-da-terra e (H) cebola roxa.	61
Figura 28 – Passo a passo da aplicação da técnica Tie-Dye e ao lado a blusa com o resultado do tingimento (desenho convencional – Espiral).	62
Figura 29 – Passo a passo da aplicação da técnica Tie-Dye e ao lado a blusa com o resultado do tingimento Tie-Dye (Encadernação de linhas)	63
Figura 31 – Fotografias: (A) lateral do CEJV e (B) frontal do CEI.	66
Figura 32 – Ministração da aula teórica do primeiro encontro, no CEJV: (A) sala de vídeo, com a 1003 CN e (B) sala maker com a 2001 CN, respectivamente.	67
Figura 33 – Ministração da aula teórica do primeiro encontro, no CEI: turmas de (A) primeiro e (B) segundo anos do ensino médio, em salas de aula tradicionais.	67
Figura 34 – Bilhete entregue ao final do primeiro encontro (Bilhete 1) – Apêndice 2	69
Figura 35 – Folha de procedimento para extração de corante do açafrão da terra.	70
Figura 36 – Alunos do primeiro e segundo ano do CN, realizando a prática de extração.	71

Figura 37 – Alunos do CEI, primeiro e segundo ano, respectivamnete, realizando a prática de extração.	71
Figura 38 – Bilhete entregue ao final do segundo encontro (Bilhete 2) – Apêndice 2	74
Figura 39 – Procedimento de fixação do corante no tecido entregue aos alunos no terceiro encontro.	75
Figura 40 – Alunos do primeiro e segundo ano do curso normal, respectivamente, realizando procedimento de preparo dos tecidos para a fixação dos corantes naturais..	75
Figura 41 – Bisnagas com os extratos disponíveis ao discentes.....	76
Figura 42 – Possíveis combinações para formação das cores.	76
Figura 43 – (A) Alunos do colégio CEI e do CEJV, após a realização do Tie Dye; (B) Resultado do tingimento realizado pelos discentes.....	77
Figura 44 – Bilhete entregue aos alunos ao final do terceiro encontro (Bilhete 3).	78
Figura 45 - Questionário aplicado nas turmas do 1º e 2º ano do ensino médio..	79
Figura 46 – Gráfico de aproveitamento da turma 1003 CN (CEJV) por questão. Gráfico de aproveitamento da turma 1º ano IFQ (CEI) por questão.	80
Figura 47 – Gráfico de aproveitamento da turma 2001 CN (CEJV) - por questão. Gráfico de aproveitamento da turma 2º ano FGB (CEI) - por questão.	81
Figura 48 – Gráficos de aproveitamentos das turmas.....	82
Figura 49 – Exemplos de respostas dos alunos para a questão 9.....	83
Figura 50 - Exemplos de respostas dos alunos para a questão 10.....	84
Figura 51 – Recortes do <i>e-book</i>	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fontes de corantes naturais, com suas respectivas espécies, usos e o principal componente responsável pela cor.....	21
Quadro 2 – Número de referências encontradas nas bases de dados Educational Resources Information Centre (ERIC), Scielo, Scopus e Web of Science (WoS). Levantamento feito em 19/09/2023.....	34
Quadro 3 – Número de referências encontradas nos periódicos em QNE, RVQ, REDEQUIM e REEC.....	35
Quadro 4 – Matérias-primas e massas utilizadas na extração, volume do extrato obtido e cor obtidos após a técnica de extração.....	54
Quadro 5 – Ano de escolaridade e os assuntos de química abordados.....	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEI – Centro Educacional Imperial

CEJV – Colégio Estadual José Veríssimo

CN – Curso Normal

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

ERIC - *Educational Resources Information Centre*

FGB - Formação Geral Básica

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IFQ - Itinerário Formativo de Química

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação e Cultura do Brasil

QNEsc - Química Nova na Escola

REDEQUIM - Revista Debates em Ensino de Química

REEC - Revista *Electrónica Ensenanza de las Ciencias*

RVq - Revista Virtual de Química

WoS - *Web of Science*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. CORANTES NATURAIS	19
1.1.1. Fontes dos Corantes Naturais	20
1.2. CORANTES NA INDÚSTRIA TÊXTIL	23
1.3. FIBRAS TÊXTEIS E TINGIMENTO	24
1.4. HISTÓRICO DOS CORANTES NATURAIS	26
1.5. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CORANTES NATURAIS	29
1.6. METODOLOGIAS DE ENSINO	31
1.7. O USO DE CORANTES NATURAIS NO ENSINO DE QUÍMICA	34
2. OBJETIVOS	41
2.1 OBJETIVO GERAL	41
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
3. METODOLOGIA.....	42
3.1. SELEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS COMO FONTE DE CORANTES NATURAIS.....	42
3.2. INVESTIGAÇÃO DA EXTRAÇÃO DOS CORANTES NATURAIS SELECIONADOS.....	43
3.2.1. Extração de corante do açafrão da terra (<i>Cúrcuma longa</i> L.) ..	43
3.2.3. Extração de corante do repolho roxo (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Capitata f. rubra</i>)	44
3.2.4. Extração de corante do urucum (<i>Bixa orellana</i> L.)	44
3.2.5. Extração de corante do hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.).....	45
3.2.6. Extração de corante das cascas de cebola roxa (<i>Allium Cepa</i> L.)	45
3.2.7. Extração de corante das cascas de cebola amarela (<i>Allium cepa</i> L.)	45
3.2.8. Extração de corante do feijão preto (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	46
3.3. PROCEDIMENTO PARA TINGIMENTO DE TECIDOS UTILIZANDO OS CORANTES NATURAIS.....	46
3.3.1. Procedimento para limpeza do tecido para o tingimento (purga)...	46
3.3.2. Procedimento para fixação do corante (adição de mordente)...	46
3.3.3. Procedimento da técnica de tingimento de tecidos: <i>Tie-Dye</i>	47
3.4. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA RELACIONADOS AOS CORANTES NATURAIS	47

3.5.	APLICAÇÃO DA OFICINA: AULA TEÓRICA, EXTRAÇÃO DE CORANTES E TINGIMENTO DE TECIDO (<i>TIE-DYE</i>)	48
3.6.	VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM	49
3.7.	ESTRUTURAÇÃO DE UM <i>E-BOOK</i> COM AS ETAPAS DA OFICINA	49
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1.	SELEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	50
4.2.	EXPERIMENTOS PRÉVIOS PARA A APLICAÇÃO DOS CORANTES NATURAIS	51
4.3.	EXPERIMENTOS PRÉVIOS PARA APLICAÇÃO DO TINGIMENTO DE TECIDOS	59
4.4.	PREPARAÇÃO DAS AULAS TEÓRICAS – SELEÇÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA RELACIONADOS AOS CORANTES NATURAIS	63
4.5.	APLICAÇÃO DA OFICINA: AULA TEÓRICA, EXTRAÇÃO DE CORANTES E TINGIMENTO DE TECIDO (<i>TIE-DYE</i>)	66
4.5.1.	Aplicação da aula teórica (Primeiro Encontro)	66
4.5.2.	Experimentação da extração de corantes naturais (Segundo Encontro)	70
4.5.3.	Aplicação dos corantes para tingimento de tecidos com a técnica do <i>Tie-Dye</i> (Terceiro Encontro)	74
4.6.	VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS	78
4.7.	CONFECÇÃO DO <i>E-BOOK</i> PARA APLICAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL	85
5.	CONCLUSÃO	87
6.	REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.
7.	APÊNDICE	108
7.1.	APÊNDICE A– SLIDES DAS AULAS TEÓRICAS MINISTRADAS (1º E 2º ANO – ENSINO MÉDIO)	108
7.2.	APÊNDICE B – BILHETES	130
7.3.	APÊNDICE C – ROTEIRO DO EXPERIMENTO	132
7.4.	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	140
7.5.	APÊNDICE E – CAPA DO <i>E-BOOK</i> : EXPLORANDO AS CORES DA TERRA: O USO DE CORANTES NATURAIS COMO FACILITADOR DO ENSINO DE QUÍMICA	142
7.6.	APÊNDICE F – ALGUNS EXEMPLOS DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM REALIZADA PELOS ALUNOS	143

1. INTRODUÇÃO

Os corantes são utilizados há muito tempo e encontram aplicações em diversas áreas, como em indústrias de alimentos, cosméticos, tintas, medicamentos, têxtil, couro, papel, plásticos, tintas e detergentes. Em particular, os corantes naturais vêm sendo usados há milhares de anos para colorir fibras, tecidos e outros materiais, obtidos a partir de plantas, insetos e minerais. Essa busca levou a uma extensa investigação sobre o desenvolvimento desses corantes, e ao longo do tempo, a utilização de corantes naturais evoluiu, refletindo mudanças significativas na cultura, na tecnologia e no meio ambiente. (Ferreira *et al.*, 2022)

De acordo com as estruturas químicas, os corantes naturais podem ser classificados como indigoides, piridinas, carotenoides, quinonídeos, flavonoides, dihidropiranos, betalainas e taninos (Yadav *et al.*, 2023). Estes compostos são extraídos de fontes naturais por diversas técnicas convencionais e modernas, empregando um solvente adequado de acordo com o corante alvo. A maioria dos corantes naturais, como as betalainas, clorofilas e flavonoides, pode ser obtida por extração aquosa, pois essas classes de substâncias são hidrossolúveis. No caso da classe dos carotenoides, a extração deve ser com solução alcoólica.

No contexto do tingimento têxtil, os corantes naturais têm despertado o interesse de pesquisadores e empresários como alternativas mais sustentáveis em relação aos corantes sintéticos, pois apresentam características ecológicas favoráveis, como origem em recursos renováveis e biodegradabilidade. (Pizzicato *et al.*, 2023).

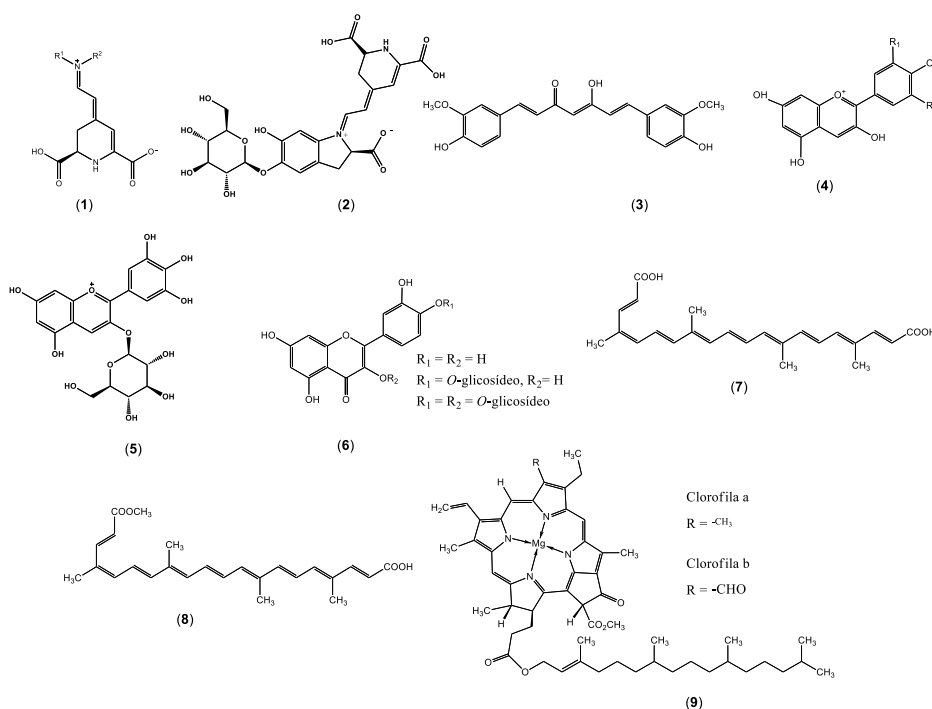
Diante da riqueza de temas que podem ser explorados relacionados às estruturas químicas variadas, diferentes fontes de obtenção e métodos de extração, além das questões ambientais, o uso de corantes naturais como tema para o ensino de Química na Educação Básica é um campo a ser explorado. Esta dissertação alia a extração de corantes naturais ao ensino de funções orgânicas, mudanças de pH, separação de misturas e interações intermoleculares.

Por esse motivo, as próximas páginas estão dedicadas a descrever a respeito dos corantes e metodologias de ensino empregadas no desenvolvimento desta dissertação.

1.1. CORANTES NATURAIS

Os corantes naturais são substâncias extraídas de fontes renováveis, incluindo matérias-primas de origem vegetal, animal, mineral e micro-organismos por processos físico-químicos, como dissolução e precipitação, ou processos bioquímicos, como fermentação. Além disso, essas substâncias devem apresentar solubilidade no meio líquido em que o material a ser tingido será imerso (Araújo, 2006). Entre a diversidade de corantes naturais de origem vegetal estão as betalainas (**1**), como a betanina (**2**), os curcuminoides, como a curcumina (**3**), as antocianidinas (**4**)¹ e as antocianinas, como a delfinidina-3-*O*-glicosídeo (**5**), a quercetina (**6**), os carotenoides, como a norbixina (**7**) e a bixina (**8**), e as clorofilas (**9**) (Figura 1) (Rodriguez-Amaya, 2016 e 2019).²

Figura 1- Estruturas químicas de betalainas (**1**) – betanina (**2**); curcumina (**3**); antocianidinas (**4**) – delfinidina-3-*O*-glicosídeo (**5**) e quercetina (**6**); carotenoides - norbixina (**7**) e bixina (**8**) e clorofilas a e b (**9**).



Fonte: a autora.

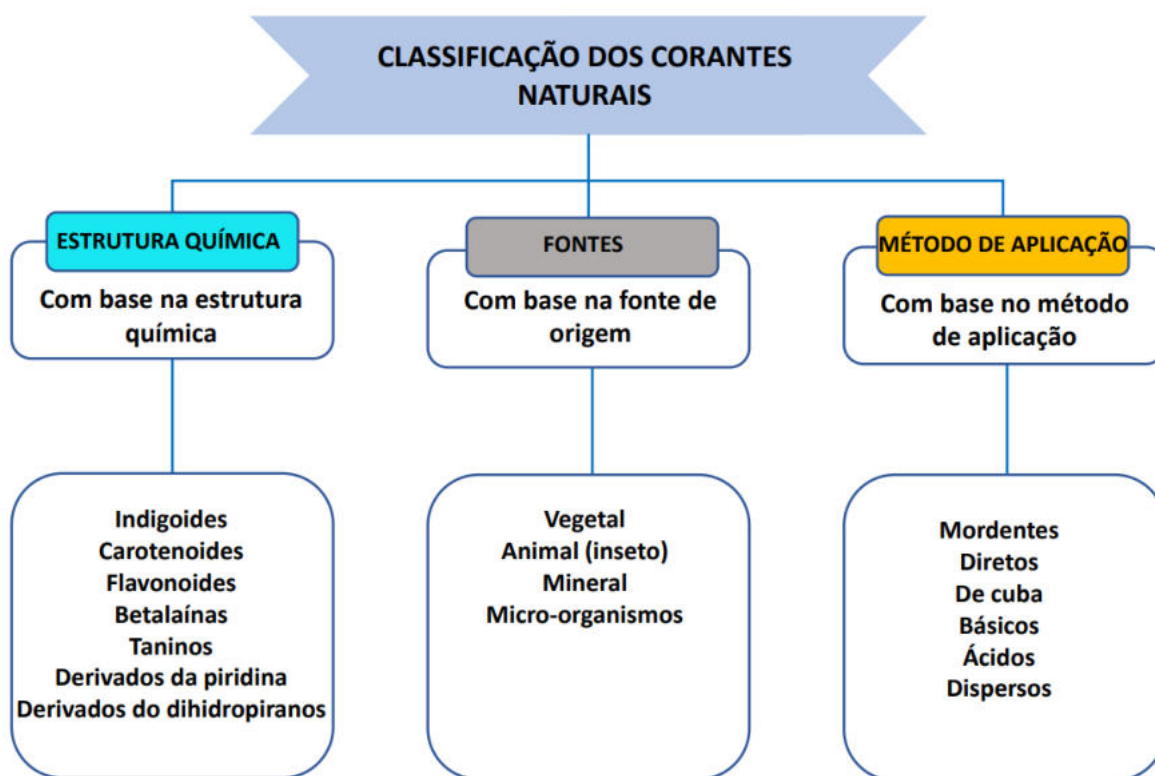
¹ Antocianidina é uma aglicona da antocianina.

² Costuma-se empregar os termos corantes e pigmentos como sinônimos, entretanto, os pigmentos diferem dos corantes na sua aplicação. O corante geralmente entra no substrato em um estado solúvel, enquanto o pigmento permanece como um sólido insolúvel finalmente distribuído durante todo o processo de coloração. Alguns pigmentos, por exemplo, o dióxido de titânio branco e os óxidos de ferro amarelos, marrons e pretos, são inorgânicos, enquanto o negro de fumo é um exemplo de pigmento orgânico (Aspland, 1993).

1.1.1. Fontes dos Corantes Naturais

As fontes de corantes naturais são plantas (por exemplo, índigo e garança), minerais (por exemplo, ocre e argila), animais (por exemplo, cochonilha e moluscos) e micro-organismos. As plantas são as fontes mais comumente utilizadas, podendo-se extrair corantes das raízes, folhas, galhos, caules, cerne, casca e madeira (Affat, 2021; Saxena; Raja, 2014; Salauddin *et al.*, 2021). A Figura 2 resume a classificação dos corantes naturais em função de suas estruturas químicas, fontes e método de aplicação.

Figura 2 – Classificação dos corantes naturais.



Fonte: Adaptado de Pizzicato et al. 2023; Salauddin et al. 2021.

No Quadro 1, encontram-se exemplos de fontes naturais de corantes, bem como os seus constituintes químicos, os quais foram selecionados para a parte prática desta dissertação. Trata-se de fontes do cotidiano usadas como alimentos, temperos ou para preparo de chás, todas com ações biológicas benéficas cientificamente comprovadas (Pizzicato *et al.* 2023).

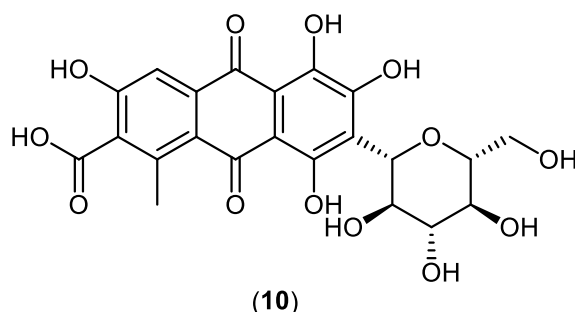
Quadro 1 – Fontes de corantes naturais, com suas respectivas espécies, usos e o principal componente responsável pela cor.

Fonte	Espécie	Usos	Principal componente responsável pela cor
Beterraba	<i>Beta vulgaris</i> L.	Hortaliça usada na alimentação e como corante alimentar, rica em compostos bioativos com potencial para aliviar o estresse oxidativo e a inflamação. ¹	Betalainas (1) e betanina (2) Cor: Vermelho
Açafrão da terra	<i>Curcuma longa</i> L.	Rizoma geralmente ingerido na forma de tempero em pó, com propriedades anti-inflamatória e antioxidante, além do uso como corante. ²	Curcumina (3) Cor: Amarelo
Repolho roxo	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Capitata f. rubra</i>	Excelente fonte de fibra alimentar, essencial para a saúde digestiva, e rica em antioxidantes. ³	Antocianinas (4) Cor: Roxo
Urucum	<i>Bixa Orellana</i>	É o fruto da planta bixácea, com propriedade antibacteriana, antifúngica e anticonvulsivante, entres outras. Pode ser utilizado na fabricação de cosméticos, tingimento de tecidos e corantes para carnes. ⁴	Norbixina (7) Cor: Amarelo Bixina (8) Cor: Vermelho
Hibisco	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Arbusto herbáceo, cujas folhas da planta são amplamente utilizadas como forragem animal e fibra, enquanto a parte da flor (cálices) como medicamentos (fitoterápicos), alimentos locais (chás de ervas) e corantes alimentícios. ⁵	Antocianidinas(4) Cor: Vermelho
Cebolas Roxa e Amarela	<i>Allium cepa</i> L.	São as principais fontes de quercetina na dieta humana, organossulfurados e flavonoides, que apresentam ações antioxidante anti-inflamatória e anticâncer, sendo usadas na prevenção e tratamento de várias doenças. ⁶	Quercetina (6) As quercetinas glicosiladas são encontradas em maior quantidade nas cascas. ⁹ Cor: vinho (cebola roxa) Cor: Laranja (cebola amarela)
Feijão preto	<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.	É uma das leguminosas de maior valor nutricional. O feijão preto tem diversas vitaminas, amido, proteína ricas em lisina, sais minerais (ferro, cálcio, potássio e fósforo) e fibras. ⁷	Antocianidinas (4) e antocianinas, sendo predominante a delfinidina-3-O-glucosideo (5) Cor: Azul ¹⁰
Espinafre	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Vegetal de folhas verdes rico em vitaminas A, C e K1, ferro, cálcio, ácido fólico e clorofila, responsável por diversos benefícios para a saúde. ⁸	Clorofila (9) Cor: Verde

Referências: ¹ Ferreira *et al.*, 2022; ² Freitas *et al.*, 2023; ³ Nwuzor *et al.*, 2023; ⁴ Islam; Rather, Mohammad, 2016; Kato; Oliveira; Faria, 1998). ⁵ Wieth; Pinheiro; Duarte, 2019; ⁶ Lanzotti, 2006; ⁷ Luepong; Punyachareonnon; Deetratrakul, 2021; ⁸ Ciard, 2021; ⁹ Sagar; Pareek; Gonzalez-Aguilar, 2020; ¹⁰ Prietto *et al.*, 2017; Nunes; Jasen; Quináia, 2022. As estruturas químicas dos corantes citados neste quadro encontram-se na Figura 1.

Os corantes naturais apresentam uma série de vantagens, como o mínimo impacto ambiental por serem biodegradáveis e obtidos a partir de fontes renováveis. Além disso, muitos deles são seguros para a saúde humana, um exemplo, é o corante carmim, extraído do corpo liofilizado de fêmeas do inseto *Dactylopius coccus*, mais conhecido como cochonilha. Este corante é comumente utilizado em alimentos e cosméticos. A substância responsável pela cor é o ácido carmínico (**10**), cuja estrutura consiste de uma unidade de glicose associada a uma antraquinona (Figura 3) (Hamerski; Rezende; Silva, 2013; Afatt, 2021).

Figura 3 – Estrutura química do ácido 7- α -D-glicopiranosil-9,10-di-hidro-3,5,6,8-tetra-hidroxi-metil-9,10-dioxo-2-antracenocarboxílico (**10**) (ácido carmínico).

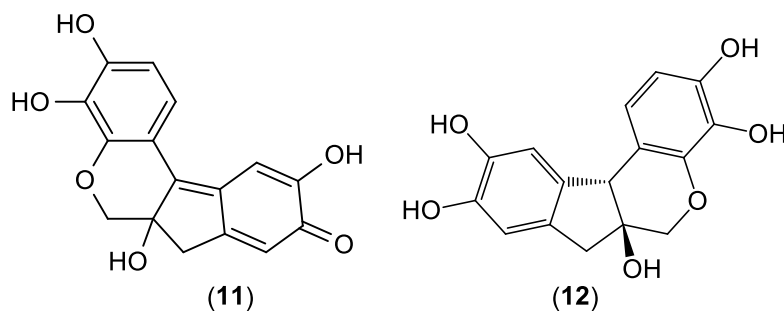


Fonte: Adaptado de Hamerski; Rezende; Silva, 2013; Afatt, 2021.

As desvantagens incluem o custo, pois pode ser necessária uma quantidade maior de corantes naturais para tingir uma quantidade específica de tecido, em oposição aos corantes sintéticos; dificuldade de padronização das cores; propriedades de brilho e solidez fracas, levando ao rápido desbotamento; a disponibilidade, que pode variar de estação para estação, local e espécie; grau de fixação inadequado, sendo necessário o uso de mordentes (Affat, 2021).

É importante destacar que, embora seja comum acreditar que substâncias naturais são inofensivas, os corantes naturais, apesar de serem considerados mais seguros, também podem causar efeitos nocivos à saúde. Por exemplo, hemateína (**11**) e hematoxilina (**12**) (Figura 4), corantes obtidos a partir da árvore pau de campeche, podem ter efeitos nocivos quando inalados, ingeridos ou absorvidos pela pele (Affat, 2021). As raízes e caules da *Sanguinaria canadensis*, uma espécie vegetal nativa do leste da América do Norte, têm uma seiva de cor vermelho-laranja, utilizada como corante, que pode causar irritação e inflamação quando inalada (Affat, 2021). Além disso, os corantes naturais muitas vezes necessitam de mordentes, para sua fixação no tecido, como os a base de alumínio, cobre, ferro e cromo, que podem ser tóxicos (Choudhury, 2018; Affat, 2021).

Figura 4 – Estruturas químicas da hemateína (11) e hematoxilina (12).



Fonte: a autora.

Os corantes naturais vêm sendo utilizados para o tingimento de tecidos, porém, ainda em pequena escala, predominando neste setor os corantes sintéticos, conforme descrito na seção 1.2.

1.2. CORANTES NA INDÚSTRIA TÊXTIL

No que se refere à indústria têxtil, a percentagem total de corantes naturais neste setor é de aproximadamente 1%, devido aos fatores mencionados anteriormente, tais como a indisponibilidade, tonalidades limitadas e não reprodutíveis. (Saxena e Raja, 2014). Consequentemente, os corantes sintéticos, considerados menos sustentáveis, predominam neste setor. Isso ocorre, em parte, devido aos efluentes gerados durante o processo de produção, que podem ter impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. No entanto, o crescente aumento da conscientização ambiental está dando origem a uma nova geração de consumidores responsáveis, que se preocupam com o impacto ambiental dos produtos que adquirem. (Křížová, 2015).

Os impactos negativos da indústria têxtil e da moda em todo o ecossistema incluem todo o processo de tingimento. A fiação, a tecelagem e a produção industrial estão associadas a energias não renováveis e à geração de resíduos; os processos de acabamento, como tingimento e estamparia, consomem grandes quantidades de água e produtos químicos, liberando agentes voláteis no meio ambiente. As principais fontes de corantes sintéticos são os recursos fósseis (petróleo e carvão), cuja produção é associada à poluição da água e do meio ambiente, gerando gases de efeito estufa e resíduos tóxicos (Carvalho e Santos, 2015).

Infelizmente, os corantes naturais não conseguem satisfazer a enorme procura do setor têxtil. Deve-se levar em conta também que a exploração excessiva dos recursos naturais para

obter corantes pode ameaçar espécies e provocar desmatamentos. Dessa forma, o *Global Organic Textiles Standard* (GOTS), norma têxtil reconhecida internacionalmente, permite o uso de corantes sintéticos seguros e proíbe o uso de corantes naturais de espécies ameaçadas de extinção. A verdade é que a utilização de corantes naturais na indústria de tingimento têxtil em escala global é um risco ambiental (Saxena e Raja, 2014).

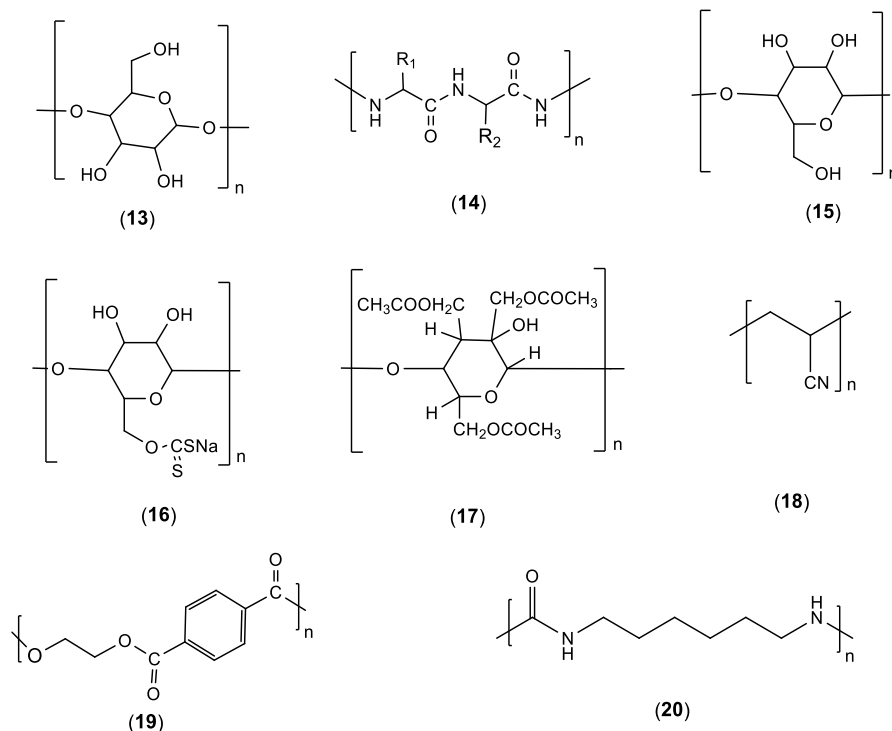
Com o desenvolvimento científico alcançado até o momento, os corantes naturais são uma opção sustentável apenas para aplicações em pequena escala, servindo de complemento aos corantes sintéticos (Křížová, 2015). No Brasil, existem publicações que abordam uma possível substituição dos corantes sintéticos pelos naturais, mas são estudos incipientes (Fernandes; Felix, 2022; Narimatsu *et al.*, 2020; Greennationcollection, 2024).

1.3. FIBRAS TÊXTEIS E TINGIMENTO

As fibras têxteis são classificadas em duas categorias principais: naturais e não naturais (Alcântara, 1996). As fibras naturais são obtidas de fontes variadas, incluindo vegetais, animais e minerais (Brito *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2023). No caso das fibras animais, elas são extraídas de pelos, como a lã da ovelha, ou de secreções glandulares de larvas, como a seda produzida pelo bicho da seda (Pezzolo, 2013). Já as fibras vegetais podem ser obtidas de diferentes partes das plantas, como caules (rami, juta, cânhamo, linho), frutos (coco), folhas (sisal) e sementes (algodão). O amianto é um exemplo raro de fibra têxtil mineral (Alcântara, 1996).

As fibras naturais mais comumente utilizadas são compostas quimicamente por celulose, que é de origem vegetal, e proteínas, que são de origem animal. Já as fibras não naturais são classificadas em dois grupos: fibras artificiais, que são obtidas por meio do processamento de fibras naturais (exemplos incluem viscose e acetato de celulose), e fibras sintéticas, que são produzidas a partir de derivados do petróleo (exemplos incluem poliamida, poliéster e acrílico) (Figura 5) (Guaratini e Zanoni, 2000).

Figura 5 - Estruturas químicas dos principais monômeros dos polímeros constituintes das fibras têxteis naturais e não naturais (sintéticas e artificiais). Celulose natural (13), proteína (14), celulose sintética (15), xantato de celulose (16), triacetato de celulose (17), poliacrilonitrila (18), poliéster (19), poliamida (20).



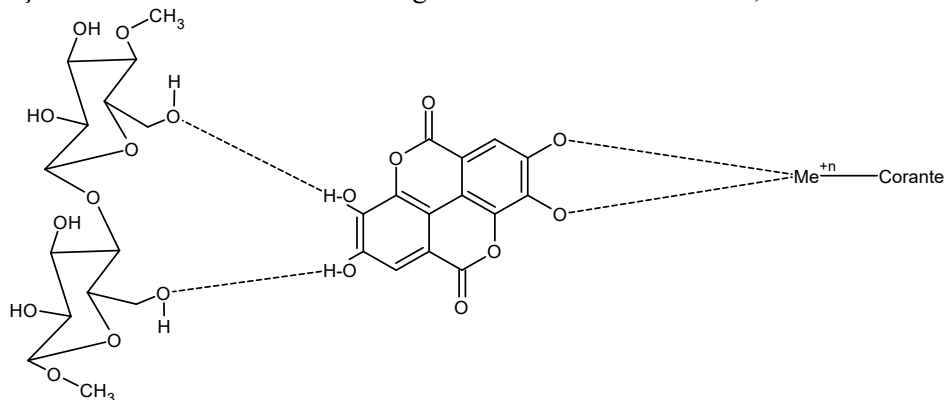
Fonte: Adaptado de Guaratini e Zanoni, 2000.

A forma de fixação dos corantes a essas fibras pode envolver ligações covalentes e não-covalentes, como interações do tipo iônica, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e dipolo-instantâneo-dipolo induzido. O uso de corantes naturais é eficaz no tingimento de fibras naturais, devido a sua composição, resultando em cores mais intensas e duradouras (Santos *et al.*, 2023).

O algodão, que possui uma fibra celulósica, é comumente tingido com corantes reativos, diretos, de cuba e de enxofre. Os corantes reativos formam ligações covalentes com os grupos hidroxila que se encontram na fibra de algodão. Em contraste, corantes ácidos e catiônicos naturais não apresentam afinidade significativa pelo algodão, resultando apenas em deposição superficial devido à atração iônica. Logo, a fixação por mordentes neste caso é essencial. Os mordentes naturais também atuam como mordentes primários para sais metálicos. Por exemplo, quando o algodão é tratado com ácido tânico, torna-se capaz de adsorver diversos tipos de mordentes metálicos. Os mordentes metálicos, por sua vez, formam complexos com os grupos

carboxílicos do ácido tânico, facilitando a fixação dos corantes. A Figura 6 ilustra as interações que ocorrem entre as fibras celulósicas do algodão e mordentes metálicos, corantes e taninos (Prabhu e Bhute, 2012).

Figura 6 – Interações entre a fibra celulósica do algodão e mordentes metálicos, corantes e tanino.



Fonte: Adaptada de Prabhu e Bhute, 2012.

O tingimento de tecidos ocorre desde a antiguidade pela aplicação dos corantes de origem naturais, alguns destes corantes utilizados desde a antiguidade serão abordados na seção 1.4.

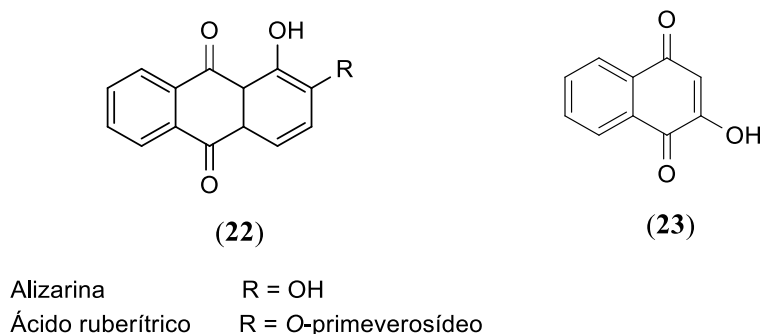
1.4. HISTÓRICO DOS CORANTES NATURAIS

A relação da humanidade com os corantes naturais remonta a milhares de anos, antecedendo a disseminação dos corantes sintéticos. Durante mais de um milênio, os corantes naturais foram a única forma de conferir cores a alimentos, tecidos e em pintura corporal. As grandes guerras e navegações globais facilitaram a difusão do conhecimento sobre as plantas utilizadas para extrair corantes, despertando o interesse dos conquistadores. Estima-se que o primeiro corante utilizado pelo homem foi o sangue de animais. O uso de pigmentos derivados do ocre em pinturas rupestres data de cerca de 15.000 a.C. Na pré-história, o conhecimento sobre corantes era um símbolo de poder e distinção social (Vanuchi, 2019; Vanuchi; Braibante, 2021). Devido à vasta diversidade de cores, as receitas eram protegidas e raramente registradas (Santos; Silva; Neta, 2022).

Os achados arqueológicos indicam que as fibras têxteis passaram a receber tingimentos há pelo menos 6.000 anos (Trindade, 2022). Além disso, foram encontradas evidências do tingimento de tecidos em tumbas egípcias há mais de 4 mil anos (Ferreira *et al.*, 2022). Um

cinto encontrado na tumba de Tutancâmon, por exemplo, foi tingido com raízes da espécie vegetal *Rúbia tinctorum* (22) (Trindade, 2022), na qual estão presentes antraquinonas (Figura 7) (Angelini *et al.*, 1997). As unhas das múmias egípcias foram tingidas com folhas de hena, *Lawsonia inermis*, que possui lausona (23) (Figura 7) (Dawson, 2006).

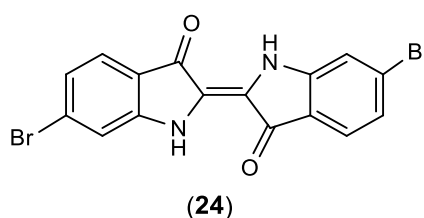
Figura 7 – Estruturas químicas das antraquinonas (22) presentes na *Rúbia tinctorum* e da lausona (23) presente nas folhas de hena.



Fonte: Adaptado de Angelini *et al.*, 1997; Dawson, 2006.

Na Idade da Pedra, eram utilizados vários pós compostos de minerais coloridos aplicados nos cabelos e partes do corpo para conferir poderes mágicos durante a caça, bem como para ações curativas. Muitos escritores antigos consideravam os fenícios, por volta de 1439 a.C., os pioneiros do tingimento roxo, utilizando conchas de murex, contendo o 6,6'-dibromoíndigo (púrpura tíria - 24) (Figura 8). O tingimento roxo também era empregado no Império Romano e, comprovam a importância cultural das cores naturais, as técnicas de produção e aplicação de tintas em tempos remotos (Puntener AG, Schlesinger, 2000; Yusuf, Shabbir, Mohammad, 2017). Outro exemplo do uso dos corantes remonta à época da fundação das civilizações mediterrâneas, pois nestes tempos a paleta clássica dos corantes naturais já estava estabelecida, e as cores mais valorizadas eram o índigo para os azuis, os cromóforos à base de antraquinona para os vermelhos. Estas cores foram comercializadas em todo o Mediterrâneo (Melo, 2009).

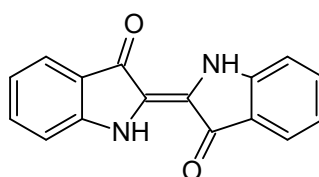
Figura 8 – Estrutura química da púrpura tíria (24).



Fonte: Adaptado de Ferreira *et al.*, 2022.

O azul de índigo (**25**) (Figura 9) é um dos corantes mais antigos e valorizados do mundo, com uma história de utilização que remonta a mais de 4.000 anos. Conhecido como o "Rei dos Corantes", ele apresenta uma cor azul intensa e é extraído da *Indigofera tinctoria*, uma planta tintorial milenar da Ásia. O azul de índigo foi introduzido na Europa por Marco Polo, que o descobriu no Vale do Indo, onde era produzido por meio de um processo de fermentação das folhas da planta. (Araújo, 2006; Brates *et al.*, 2004; Pezzolo, 2013; Hamdy; Othman; Hassabo, 2021).

Figura 9 – Estrutura química do índigo azul (**25**)

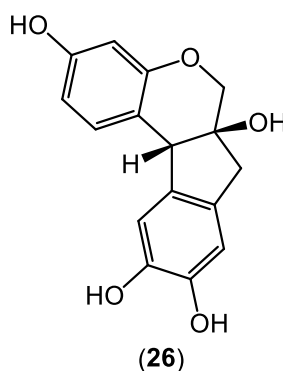


(**25**)

Fonte: Adaptado de Ferreira *et al.*, 2022.

Na Idade Moderna, auge das monarquias e período colonização do Brasil, houve grande exploração do pau-brasil, árvore da qual se extrai uma resina de tom avermelhado, contendo brasilina (**26**) (Figura 10), muito utilizada para tingir tecidos na Europa do século XVI (Dallago e Smaniotto, 2005; Ferreira *et al.*, 2022).

Figura 10 - Estrutura química da brasilina (**26**)

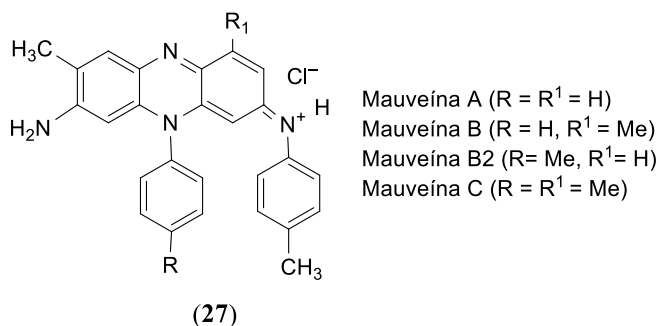


(**26**)

Fonte: Adaptado de Vanuchi e Braibante, 2021.

Em 1856, William Henry Perkin, enquanto fazia experiências com alcatrão de carvão na esperança de encontrar um quinino artificial como cura para a malária, descobriu o primeiro corante sintético violeta que chamou de malva, composto por mauveína (27) (Figura 11). Desde então, uma variedade de novos corantes sintéticos foi adicionada à lista de corantes disponíveis (Mathur *et al.*, 2006), plenamente aceitos em todo o mundo, inclusive nas indústrias de coloração têxtil. Devido aos motivos já anteriormente citados, como a falta reprodutibilidade, eficiência de custos, grau inadequado de fixação e propriedades de baixa solidez da cor, o uso de corantes naturais, tão apreciados no passado, tornou-se obsoleto com o passar do tempo, somente retornando a sua importância nos dias atuais, em função da busca da consciência ambiental.

Figura 11 – Estrutura química da mauveína A-C (27).



Fonte: Adaptado de Ferreira *et al.*, 2022.

Apesar do seu histórico milenar, a obtenção de corantes da natureza ainda é fonte de estudos, conforme mostrado a seguir, na seção 1.5, que aborda alguns dos métodos de extração mais comuns e mais utilizados, desde métodos mais antigos a novas tecnologias.

1.5. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CORANTES NATURAIS

Nos últimos anos, vem sendo desenvolvidas diversas técnicas para a extração de corantes naturais, utilizando tecnologias convencionais, avançadas e combinações de duas ou mais tecnologias, com o objetivo de ter um maior rendimento e menor tempo de extração (Nawaz e Ahsan, 2014). Os métodos tradicionais, em geral, podem envolver aquecimento do meio ou são conduzidos a temperatura ambiente, empregando-se solventes orgânicos ou água. Ao selecionar um método de extração, é de suma importância pensar em técnicas capazes de gerar bons rendimentos, e que evitem a degradação das substâncias presentes no material a ser extraído (Santos; Silva; Neta, 2022).

A extração por solvente pode ser classificada em dois subgrupos principais: líquido-líquido e sólido-líquido, dependendo da natureza da matéria-prima a ser extraída. Um procedimento típico de extração sólido-líquido envolve as seguintes etapas: a matéria-prima é inicialmente seca e cortada ou moída, e em seguida, os componentes orgânicos são extraídos ao serem colocados em contato com um solvente apropriado, como água, etanol, éter etílico, acetona, petróleo ou clorofórmio. Após o contato com o solvente, se houver aquecimento do meio, é necessário resfriá-lo até a temperatura ambiente, e posteriormente, filtrá-lo para obter a solução extraída. (Prabhu; Bhute, 2012; Chungkrang; Bhuyan; Phukan, 2021). A extração pode ser contínua, quando o solvente é reciclado e passa novamente sobre a fase que está sendo extraída, ou descontínua, quando o solvente só entra em contato com a fase uma vez. Para realizar uma extração contínua, é possível empregar o aparelho Soxhlet, desde que os compostos a serem extraídos sejam termicamente estáveis. Nesse caso, o solvente de extração é mantido sob refluxo continuamente através da matriz por meio de ebulição e condensação, permitindo que a amostra seja coletada no solvente quente (Costa; Dugo; Mondello, 2012; Ridgway; Smith; Lalljie, 2012).

Além disso, existe a extração reativa, que envolve uma reação ácido-base com o componente básico ou ácido que se deseja extrair. Esse método pode também promover a hidrólise de corantes glicosilados. Um exemplo ilustrativo é a utilização de soluções aquosas básicas para extrair compostos fenólicos, mediante a formação de sais fenolatos solúveis em água (Chungkrang; Bhuyan; Phukan, 2021).

A extração por solvente apresenta várias desvantagens significativas, o que motivou a busca por métodos alternativos de extração. As principais limitações estão relacionadas ao uso de solventes orgânicos, que contribuem para a poluição ambiental, representam riscos para a saúde dos operadores e são economicamente onerosos (Costa; Dugo; Mondello, 2012).

Um exemplo alternativo é a extração com fluido supercrítico, na qual o solvente usual é substituído por uma substância em condições de temperatura e pressão acima do ponto crítico. A capacidade de difusão de um fluido supercrítico pode ser duas vezes maior que a de um líquido comum, o que proporciona uma rápida e eficiente transferência de massa. Além disso, esse fluido possui baixa viscosidade e ausência de tensão superficial, o que torna mais fácil a sua penetração em uma matriz sólida (Luque de Castro *et al.*, 2004).

A extração por fermentação ou extração assistida por enzima vêm sendo apontada como estratégia eficiente para promover a liberação de compostos de resíduos de frutas não extraídos por técnicas convencionais ou clássicas, conforme estudos realizados por Santos e Santana (2022). Neste tipo de extração, os micro-organismos encontrados na matéria-prima são aproveitados para realizar a fermentação, por meio de enzimas, que sintetizam metabólitos secundários ou transformam a estrutura de compostos existentes (Dey *et al.*, 2016).

Na extração assistida por enzimas, são utilizadas enzimas hidrolíticas disponíveis comercialmente, como a celulase, a amilase e a pectinase, que rompem os polissacarídeos, como lignina, celulose, hemicelulose e pectina, das paredes celulares de plantas, liberando compostos orgânicos (Bhuyan; Phukan, 2012; Chungkrang, 2021).

Pode-se citar ainda duas técnicas não convencionais de extração, a assistida por micro-ondas, e a assistida por ultrassom, ambas são capazes de proporcionar obtenção de extratos com melhores rendimentos. Na extração assistida por micro-ondas, o solvente de extração passa por um aquecimento dielétrico, o qual baseia-se na condução iônica e na rotação dipolar. Na extração assistida por ultrassom, a força motriz é o fenômeno da cavitação acústica no meio líquido (Bhuyan; Phukan, 2012; Chungkrang, 2021; Castro-López, *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2016).

Conforme evidenciado pela revisão da literatura, os corantes naturais possuem uma relevância química, ambiental e histórica significativa, estando relacionados a diversas áreas do conhecimento. Essa interdisciplinaridade torna os corantes naturais um tema atraente para ser explorado na Educação Básica, permitindo que os alunos adquiram conhecimentos transversais e desenvolvam habilidades cidadãs. Em decorrência disso, os tópicos subsequentes serão dedicados a abordar brevemente o ensino de Química e sua interface com os corantes naturais.

1.6. METODOLOGIAS DE ENSINO

A Química, como disciplina científica, é relativamente jovem. Os conhecimentos desta área foram organizados, sistematizados e introduzidos no Brasil como disciplina escolar apenas no final do século XIX (Leite; Lima, 2015). Levando em conta o sistema educacional brasileiro, essa ciência passou a ser ministrada como disciplina regular no ano de 1931, com a reforma educacional que aconteceu no governo de Getúlio Vargas (Leite; Lima, 2015). Contudo, foi somente com a reformulação do ensino básico brasileiro, estabelecida pela Lei de Diretrizes e

Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, que o ensino da Química foi plenamente difundido (Lima, 2013; Leite; Lima, 2015).

A Química é considerada uma disciplina difícil e abstrata pelos alunos, dificultando o entendimento dos conceitos e da aplicação desta ciência em seu cotidiano. Segundo Chassot (1995), o cerne da dificuldade no aprendizado da Química está em sua linguagem caracterizada como esotérica, baseada em símbolos, nomes e fórmulas:

Parece que merece ser questionado, liminarmente, se essa alfabetização científica é algo próprio, ou melhor, é de interesse apenas daqueles que estão diretamente ligados à ciência. Usualmente, conhecer a ciência é assunto quase vedado àqueles que não pertencem a essa esotérica comunidade científica. Já discuti em diversos textos o quanto há necessidade de nós, professoras e professores de disciplinas escolares, especialmente aquelas da área de ciências, fazermos a migração do esoterismo para o exoterismo [...] (Chassot, 1995, p. 161).

Em geral, os conteúdos de Química são apresentados para os alunos na Educação Básica, de forma tradicional, com resoluções de exercícios, quadro e giz, impedindo que o discente correlacione a matéria estudada com o seu cotidiano (Dias, Guimarães & Merçon, 2003; Filho *et al.*, 2021). Esse método é visto como ultrapassado, no entanto, ainda é o mais utilizado, especialmente nas escolas públicas do Brasil, sendo o professor o centro do processo de ensino-aprendizagem (Filho *et al.*, 2021).

O rompimento do sistema tradicional de ensino é uma tarefa que vem sendo estudada e discutida por diversos pesquisadores, por isso, é possível encontrar na literatura diferentes métodos de ensino, destacando-se as metodologias ativas (Santos; Neto; Fragoso, 2019). Segundo Sousa (2025), as metodologias ativas de aprendizagem podem desenvolver habilidades diversificadas, tornar o aluno mais participativo, proativo, comunicativo e investigador. Alguns exemplos de metodologias ativas incluem: grupos colaborativos, estudo de casos, aprendizagem por projetos, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida (*flipped classroom*), instrução pelos pares (*peer instruction*), ensino personalizado (Sousa, 2025; Santos; Neto; Fragoso, 2019), relato crítico sobre experiências, apresentação de filmes (interpretações musicais; dramatizações; dinâmicas lúdico-pedagógicas), grupos (reflexivos; interdisciplinares; de tutoria; de facilitação) e socialização (mesas-redondas; plenárias; exposições dialogadas; debates temáticos; seminários; oficinas; leitura comentada) (Paiva, *et al.*, 2016).

No que se refere à Química, alguns estudiosos sustentam que para melhorar a qualidade do ensino é necessária uma metodologia que enfatize a experimentação, proporcionando aos estudantes a oportunidade de adquirir conhecimento da realidade, e capacitando-os a realizar uma reflexão crítica sobre o mundo em que vivem (Maldaner, 1998; Lima, 2012). Soares, Silva e Cavaleiro, em 2001, relataram que a principal vantagem da experimentação reside no fato do aluno aprender conteúdos de química utilizando recursos naturais, podendo focar também na importância de sua preservação, além de possibilitar a contextualização e a investigação.

Delizoicov (2005) enfatizou que o ensino de Ciências deve apresentar temas do contexto de vida dos estudantes, e diante de um problema a ser resolvido, requer a comunicação, o questionamento, a valorização dos saberes prévios, para articular a abordagem conceitual e temática, na qual o estudante deve ser capaz de responder à questão inicial, compreender e resolver situações que se apresentem em novos contextos, resultando numa aprendizagem com significação e relevância social.

Entre as metodologias ativas, destacam-se as oficinas, que podem envolver experimentação e outras estratégias, tornando o aprendizado de Química mais significativo, aplicável e relevante para o cotidiano dos estudantes. Essa abordagem pode despertar o senso crítico, fomentar a capacidade de relacionar eventos, promover discussões antes, durante e após a realização das oficinas, além de estimular a socialização entre os alunos e desenvolver habilidades de argumentação e pensamento crítico (Winkler, 2016; Junior *et al.*, 2019). Essa estratégia facilita o diálogo, a construção de sentidos, o trabalho em equipe, a ação e a reflexão. Além disso, as oficinas podem contextualizar a Química, aproveitando a vivência dos alunos e facilitando a aprendizagem, o que pode despertar o interesse pela ciência (Spink, 2014; Junior *et al.*, 2019).

Por fim, é possível afirmar que o uso de atividades experimentais em oficinas está alinhado com os princípios do processo de ensino-aprendizagem defendidos por Paulo Freire e Delizoicov. Embora esses teóricos da educação tenham atuado em contextos sociais e políticos distintos no Brasil, compartilham muitas ideias em comum. Ambos defendem o papel do professor como agente facilitador do conhecimento, a importância do diálogo constante e libertador com os alunos e a promoção de uma aprendizagem que vá além da mera transmissão de definições, conceitos, relações e teoremas (Urel, 2022).

Visto a importância da experimentação e das oficinas na Educação Básica, atividade empregada nesta dissertação como será mostrado adiante, e dos corantes naturais, mostrados na revisão bibliográfica, fez-se necessário conhecer o quanto a temática dos corantes já foi explorada na literatura científica. Para isso, realizou-se uma revisão cuidadosa sobre o uso de corantes naturais no ensino de química, apresentada na seção subsequente.

1.7. O USO DE CORANTES NATURAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

A diversidade de conteúdos químicos que podem ser estudados dentro da temática dos corantes naturais, e a possibilidade de desenvolvimento de projetos experimentais de extração de substâncias naturais, colocando o aluno da Educação Básica como protagonista no processo de aprendizagem, foram a mola propulsora desta dissertação. A fim de compreender melhor como e o quanto esta temática vem sendo utilizada na pesquisa do ensino de Química, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o uso de corantes naturais no ensino de química, utilizando as bases de dados *Educational Resources Information Centre (ERIC)*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science (WoS)*. As palavras-chaves utilizadas foram: *natural dyes* e *natural dyeing*, com os filtros, “*fabric dyeing*”, “*high school*” e “*chemistry teaching*”. O número de trabalhos encontrados em cada base de dados está reunido no Quadro 2.

Quadro 2 – Número de referências encontradas nas bases de dados *Educational Resources Information Centre (ERIC)*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science (WoS)*. Levantamento feito em 19/09/2023.

Palavra-chave	Refinamento	Número de trabalhos			
		<i>ERIC</i>	<i>Scielo</i>	<i>Scopus</i>	<i>WoS</i>
“ <i>natural dyes</i> ”	-	41	199	23.049	67.293
“ <i>natural dyes</i> ”	“ <i>high school</i> ”	14	2	2.865	1.706
“ <i>natural dyes</i> ”	“ <i>fabric dyeing</i> ”	8	5	1.885	1.293
“ <i>natural dyes</i> ”	“ <i>chemistry teaching</i> ”	1	2	121	44

Como pode ser observado no Quadro 2, os corantes naturais são extensivamente explorados na literatura científica, sendo as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* as que

oferecem maior número de produção intelectual a este respeito, com 23.049 e 67.293 referências, respectivamente, ao utilizar a palavra-chave “*natural dyes*”. Na base de dados *Scielo*, que é mais restrita, foram encontrados 199 referências com a mesma palavra-chave. A base de dados *ERIC*, que é voltada para os recursos educacionais, resultou em 41 publicações.

Após o refinamento da busca utilizando a palavra-chave “*high school*”, observou-se uma redução no número de publicações. Nas bases de dados *ERIC* e *Scielo* foram encontrados 14 e 2 artigos, respectivamente. Os dois artigos encontrados na *Scielo* abordam a aplicação de corantes naturais no ensino de Química, e estão descritos mais a frente. Com relação aos artigos encontrados na *ERIC*, 5 deles também foram selecionados para serem descritos nesta dissertação, pois tratam da utilização dos corantes naturais na indústria têxtil e no ensino de Química. Já nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, o número de publicações é maior, porém, ao refinar com o termo “*chemistry teaching*” foi encontrado menor número de artigos. Alguns desses artigos abordam a aplicação dos corantes naturais como indicadores de pH, na produção de células solares, cromatografia e produção de tintas sustentáveis.

Além da busca em bases de dados, realizou-se uma pesquisa direta nos seguintes periódicos: Revista Química Nova na Escola (QNEsc), Revista Virtual de Química (RVq), Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM), a fim de concentrar a pesquisa em trabalhos desenvolvidos no Brasil, e de acesso livre, assim como o periódico espanhol Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias (REEC), relacionado ao ensino de Química. O número de trabalhos encontrados em cada uma das revistas está no Quadro 3.

Quadro 3 – Número de referências encontradas nos periódicos em QNE, RVQ, REDEQUIM e REEC.

Periódico	Número de artigos	
	Palavra-chave “corantes naturais”	Palavra-chave “tingimento de tecidos”
QNEsc	5	0
RVq	5	0
REDEQUIM	1	0
REEC	7	1

Conforme ilustrado no Quadro 3, a temática "corantes naturais" é relativamente pouco explorada nos periódicos analisados. No entanto, as revistas QNEsc e RVq se destacam com o maior número de publicações voltadas para o ensino de Química, com 5 artigos encontrados em cada uma. Já a revista REEC apresentou 7 referências com a mesma palavra-chave. Em contraste, a busca no periódico REDEQUIM resultou em apenas 1 publicação. De forma geral, os artigos abordam temas como extração de corantes naturais, desenvolvimento de células solares, práticas de extração de corantes naturais por comunidades indígenas e uma visão comparativa entre corantes naturais e sintéticos. Além disso, a busca com a palavra-chave "corantes naturais", refinado com o termo "tingimento de tecidos" resultou em apenas 1 artigo na REEC.

A seguir foi realizado um compilado dos principais trabalhos encontrados no levantamento bibliográfico, que tem os corantes naturais como temática central para o ensino de Química no ensino fundamental, médio e superior.

Alves *et al.*, em 2014, desenvolveram um miniprojeto, com alunos do ensino médio de Portugal, uma atividade interdisciplinar e experimental envolvendo a utilização de corantes naturais para o tingimento de lã. Os conceitos relacionados a prática foram: relação entre cor, o espectro eletromagnético e a química dos corantes. Segundo os autores, esta prática contribuiu para sensibilizar os alunos para a relação existente entre a ciência, o cotidiano e a cultura, com isso, adquirindo um maior interesse da parte dos alunos para o ensino de ciência.

Tallman, em 2019, elaborou um curso, para seus alunos da graduação, denominado "Química da Moda" combinando aulas teóricas e práticas em torno do tema corantes e tingimento de fibras. Neste curso, os alunos tingiram fibras naturais e sintéticas com corantes naturais obtidos do açafrão, framboesa e insetos cochonilha, bem como corantes sintéticos. Além disso, durante o curso de nível superior foi apresentada aos alunos ferramentas para elaboração de um projeto científico, e houve introdução, ao longo de 1 semestre, de alguns conceitos químicos, como energia luminosa e cor, química de soluções, ligação química, polaridade, ácidos, bases, agentes oxidantes e redutores.

Dias, Guimarães e Merçon, em 2003, desenvolveram uma proposta didática, empregando corantes naturais. Os corantes foram extraídos de diversos legumes, como cenoura, beterraba e pimentão verde, em diferentes solventes, e posteriormente, testados como indicadores de pH em uma aula experimental para alunos da 2ª série do Ensino Médio do

Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, da UERJ. Neste caso, os alunos realizaram ensaios de pH e participaram de uma aula que permitiu a abordagem de polaridade de substâncias, solubilidade, funções orgânicas, métodos de separação de misturas e equilíbrio ácido-base. Segundo os autores, houve grande participação da turma em função de sua maior motivação e interesse.

Em 2001, Soares, Silva e Cavalheiro utilizaram corantes naturais obtidos de flores de quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) e unha de vaca (*Bahuinia variegata*) e da casca de feijão preto (*Phaseolus vulgaris*) para determinação do pH de materiais líquidos do cotidiano, como vinagres, sucos de fruta e detergentes. O experimento foi aplicado em turmas de escolas públicas periféricas da cidade de Uberlândia, MG. Além do conceito formal de acidez e basicidade, os autores abordaram conceito de indicador, suas principais características e como agem, diferenciando os indicadores ácido-base de outros tipos de indicadores, como os metalocromicos, redox e de precipitação. Com isso, os autores mostraram aos alunos que os corantes naturais podem ser utilizados para a classificação dos materiais em uma prática simples e rápida, de apenas 90 minutos. Como é um experimento de baixo custo, pode ser aplicado em escolas de qualquer nível econômico-social, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes de um conceito químico presente em seu cotidiano.

Kajiya, em 2020, descreveu um experimento de garrafa de solução roxa (*Purple Bottle*) usando materiais prontamente disponíveis, como antocianinas, alúmen, ácido cítrico e água. A cor roxa foi extraída de flores japonesas de ipomeia, a solução foi obtida colocando as pétalas das flores em um saco plástico com água, sendo apertado com as mãos. Para cada uma das soluções ácida e alcalina, foram adicionados ácido cítrico e alúmen, respectivamente. No caso da solução alcalina, o alúmen foi adicionado gota a gota, o que permitiu o desenvolvimento gradual da cor roxa. Segundo a autora, os alunos do ensino médio, a partir desse experimento, puderam estudar tópicos como associação com cores naturais, íons metálicos e pH.

Christ *et al.*, em 2019, apresentaram um método simples de montagem de células solares sensibilizadas por corantes naturais, como proposta para atividade experimental em escolas do ensino médio, focando no conceito de energia limpa e renovável. Neste trabalho, aplicado em um curso técnico em química do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), os autores fornecem todas as etapas para a construção de célula solar, empregando TiO_2 (semicondutor da célula) e os corantes extraídos da beterraba (ralada, sem casca e crua), repolho roxo e sementes de urucum, entre outros materiais. Eles observaram que a bixina, substância extraída de

sementes de urucum, apresentou maior adsorção na superfície do TiO_2 do que a betalaína, presente na beterraba. Em 2015, Nogueira já havia proposto um experimento de células solares sensibilizadas por corantes naturais, de baixo custo, também empregando o TiO_2 , porém o experimento é voltado para os alunos da graduação, para o ensino dos conceitos em Química Inorgânica e Físico-Química.

Em 2023, Magalhães *et al.* desenvolveram um jogo de tabuleiro para o ensino de química, usando a temática de conversão de energia solar, envolvendo células solares sensibilizada por corantes naturais (CSSC). Segundo os autores, esta temática pode ser utilizada por professores de diferentes áreas, proporcionando a interdisciplinaridade, atendendo aos requisitos energéticos, tecnológicos, ambientais e contextualizados na escola. Os autores relataram que o trabalho alcançou resultados satisfatórios, tanto em termos de aprovação dos alunos quanto de avaliação positiva dos professores.

Restrepo *et al.*, em 2022, propuseram a fabricação de células solares artesanais a partir da extração de clorofila a (chl-a) das folhas da batata Diacol Capiro. As folhas moídas foram lavadas com água, e utilizou-se carbonato de cálcio para evitar a acidificação e oxidação dos pigmentos. O solvente utilizado para a extração foi uma solução de acetona, que foi homogeneizada por 1 minuto e posteriormente filtrada. Este trabalho foi desenvolvido por um grupo de 7 alunos do ensino médio, proporcionando-lhes a oportunidade de produzir energia limpa e aprender conceitos fundamentais, tais como extração e purificação de pigmentos fotossintéticos, espectroscopia de luz visível, potencial em células eletroquímicas. Segundo os autores, os alunos conseguiram executar todos os procedimentos sem dificuldades, adquirindo uma compreensão mais profunda sobre a geração de energia limpa.

Vanuchi e Braibante, em 2021, elaboraram uma oficina com a temática central de corantes naturais utilizados por comunidades indígenas brasileiras, para o ensino de funções orgânica e conceitos culturais. Os corantes obtidos a partir de urucum, mogno, jenipapo, açafraão e pau-brasil foram selecionados para o desenvolvimento da oficina, que envolveu a análise das estruturas químicas destes corantes, e a discussão do aspecto sociocultural, por meio de exposições e reflexões sobre os povos indígenas. Para os autores, a oficina auxilia o professor na contextualização, da inserção da temática indígena, cumprindo a legislação brasileira, lei 11.645/2008.

Em 2016, Blatti apresentou um método simples para a extração de tintas sustentáveis a partir de materiais comprados em supermercado, como framboesas (obtenção da cor vermelha), amoras (obtenção da cor azul) e espinafre (obtenção da cor verde). Os alunos desenvolveram a extração, empregando álcool isopropílico, por seu fácil acesso e sua rapidez na dissolução e evaporação. A prática culminou com a pintura de obra de artes, por parte dos alunos, com os corantes extraídos. Os conteúdos abordados a partir do experimento foram polaridade, interações intermoleculares, estados físicos da matéria, mudanças de fases, extração de produtos naturais (separação de misturas), pigmentos e cores. Além disso, foi discutido o conceito de sustentabilidade e química verde. A inclusão da parte artística tornou a proposta didática um exercício divertido, envolvente, criativo e ecologicamente correto, para alunos do ensino médio.

Em 2000, Ramos *et al.* utilizaram o extrato bruto de frutos da *Solanum nigrum L* para a obtenção de antocianinas, pigmentos da classe dos flavonoides. Uma das principais características das antocianinas para fins didáticos é a mudança de cor, em função do pH do meio. O solvente de extração utilizado foi o etanol, estabelecendo uma temperatura máxima de 40 °C, durante 48 horas. Os materiais utilizados na prática proposta pelos autores não são de fácil acesso: pH-metro, eletrodo combinado de vidro, rota evaporador e espectrofotômetro. O extrato bruto obtido, segundo os autores, contribui para a discussão de conceitos básicos de equilíbrio químico, indicadores ácido-base, para alunos do ensino médio, até mesmo no entendimento de espectros de absorção molecular e da Lei Lambert-Beer, para disciplina de Química Analítica.

Blinder e Lammle, em 2019, utilizaram corantes naturais extraídos de pétalas de flores para a realização de uma prática de cromatografia em camada delgada de alto desempenho (HPTLC), empregando padrões de antocianinas. Para a extração dos pigmentos, pedaços de pétalas foram triturados manualmente, e misturados ao ácido fórmico. O processo completo, desde a colheita das pétalas até a análise cromatográfica, dura aproximadamente 30 minutos, e foi totalmente executado pelos alunos. A técnica utilizada possibilitou abordar junto aos alunos os conceitos de polaridade de ligação, complexação de íons metálicos, relação entre estruturas químicas, preparação de amostras, separação de misturas, pH e introdução à cromatografia.

Geuer *et al.*, em 2023, desenvolveram experimentos simples, rápidos e reprodutíveis que integram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com o currículo da educação científica. Esses experimentos envolvem a extração de pigmentos fotossintéticos e

ficobiliproteínas de micro-organismos disponíveis comercialmente, como *Chorella vulgaris* (microalgas), *Arthrospira platensis* (cianobactérias) e *Palmaria palmata* (algas vermelhas), utilizando acetona como solvente. Segundo o autor, essas experiências foram posteriormente integradas em um conceito de kit experimental.

Em 2018, Rosa, Antelo e Rosa desenvolveram um miniprojeto de 4 semanas para um curso experimental de Físico-química aplicada às Ciências de Alimentos, destinado a estudantes de engenharia. A prática envolveu a extração da betanina da beterraba, seguida da análise da cinética de degradação térmica das betaninas em três temperaturas diferentes, utilizando um espectrofotômetro de UV-Vis. Os grupos de 3 alunos trabalharam juntos para realizar essa análise. Segundo os autores, essa prática de ensino apresenta grande potencial didático, pois emprega materiais cotidianos e métodos de baixo custo, permitindo uma integração eficaz da teoria com o trabalho experimental.

Ferreira *et al.*, em 2022, publicaram um artigo de divulgação que trata da química dos corantes naturais e sintéticos, focando nos produtos que são encontrados no supermercado. Neste artigo, os autores enfatizam a utilização dos corantes naturais como alternativa saudável e ecologicamente correta. Além disso, eles discutem diversos aspectos dos corantes presentes em produtos alimentícios, incluindo orgânicos naturais como urucum, cochonilha carmin, vermelho de beterraba, antocianina, páprica, caramelo e clorofila, bem como suas respectivas aplicações.

Após a realização do levantamento bibliográfico, foi observado que a temática de corantes naturais no ensino de Química é amplamente explorada, com trabalhos que abordam não apenas a química desses corantes, mas também suas aplicações práticas, como o tingimento de tecidos. Porém, o diferencial da proposta desta dissertação está no planejamento de uma oficina baseada em 3 encontros, com abordagem mais ampla de conceitos químicos, levando em conta o aspecto sustentável no emprego dos corantes naturais, o seu histórico, e a parte prática, realizada pelos próprios discentes, de extração e tingimento. No caso do tingimento, optou-se por uma técnica não descrita nos artigos encontrados nesta pesquisa, a técnica *Tie-Dye*, que possibilita aliar arte e ciência. As próximas sessões trazem estas informações de forma detalhada.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta dissertação foi explorar a utilização da temática da extração de corantes naturais, utilizando frutas, legumes e temperos, como uma ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos químicos fundamentais, tais como separação de misturas, pH, funções orgânicas e interações intermoleculares, em turmas de ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram:

- ✓ Definição dos conteúdos químicos a serem ensinados, para alunos do ensino médio, por intermédio da extração de corantes naturais;
- ✓ Investigação da metodologia a ser empregada na extração dos corantes naturais.
- ✓ Aplicação de uma oficina, como recurso educacional, com uma proposta do desenvolvimento de aulas teóricas que envolvem conteúdos de Química, como: separação de misturas, pH, substâncias orgânicas e interação intermoleculares, a extração de corantes naturais e tingimento de tecidos, empregando a técnica *Tie-Dye*;
- ✓ Definição de estratégias avaliativas para verificar a eficácia da aprendizagem dos discentes;
- ✓ Estruturação pedagógica de todas as etapas desenvolvidas na dissertação, em um *e-book*, para que docentes possam aplicar a oficina com seus alunos.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta dissertação pode ser dividida em 7 partes, conforme esquematizada na Figura 12: 1) Seleção das matérias-primas utilizadas como fonte de corantes naturais; 2) Investigação da extração dos corantes naturais selecionados; 3) Procedimento para o tingimento de tecidos utilizando os corantes naturais; 4) Seleção dos conteúdos de Química relacionados aos corantes naturais; 5) Aplicação da oficina; 6) verificação da aprendizagem; 7) Estruturação de um *e-book* com as etapas da oficina.

Figura 12 – Esquema da metodologia desta dissertação.



Fonte: a autora.

Seleção das matérias-primas utilizadas como fonte de corantes naturais

A seleção das fontes de corantes naturais foi realizada por meio de uma busca bibliográfica sistemática nas principais bases de dados acadêmicas, incluindo a ERIC, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*. O objetivo foi encontrar matérias-primas de fácil acesso, baixo custo e do cotidiano, para que os alunos e até mesmo os futuros docentes que queiram aplicar esta

metodologia fossem capazes de levá-las para as aulas. Além disso, cada uma dessas matérias-primas precisa conferir diferentes propriedades de cor, de maneira que sejam mais atraentes para o ensino de química. Assim, selecionou-se 8 fontes de corantes como: açafrão da terra (cor amarela), beterraba (cor rosa), repolho roxo (cor lilás), urucum (cor laranja), hibisco (cor vermelha), casca de cebola roxa (cor verde), casca de cebola amarela (cor laranja-amarronzado), feijão (cor azul).

3.1. INVESTIGAÇÃO DA EXTRAÇÃO DOS CORANTES NATURAIS SELECIONADOS

Conforme descrito, na seção 2.1., o objetivo da proposta experimental desta dissertação está voltado para a execução da extração de corantes naturais pelos próprios alunos. Porém, antes de levar a atividade experimental até os estudantes, a autora deste trabalho investigou a técnica de extração a partir das matérias-primas previamente selecionadas, e o método empregado encontra-se nos itens a seguir 3.2.1. a 3.2.8. Essa investigação foi realizada no laboratório do Colégio Estadual José Veríssimo.

3.1.1. Extração de corante do açafrão da terra (*Cúrcuma longa* L.)

- PROCEDIMENTO 1: Em um béquer de 600 mL, foram pesados 60 g de açafrão da terra picado e adicionados 150 mL de etanol 96%. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor amarela foi transferida para um novo béquer de 600 mL, resultando em aproximadamente 40 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

- PROCEDIMENTO 2: Em um béquer de 600 mL, foram pesados 60 g de açafrão da terra em pó (equivalentes a 2 colheres de sopa cheias). Em seguida, foram adicionados à mistura 200 mL de água e 200 mL de etanol 96%. A solução foi deixada em repouso por 1 hora. Após o período de repouso, a solução foi filtrada e transferida para um novo béquer de 600 mL, resultando em aproximadamente 350 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em

uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.2. Extração de corante da beterraba (*Beta vulgaris* L.)

Em um béquer de 600 mL, foram pesados 100 g de beterraba *in natura* e adicionados 300 mL de água destilada. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor rosa foi transferida para um béquer de 250 mL, resultando em aproximadamente 200 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.3. Extração de corante do repolho roxo (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata f. rubra*)

Em um béquer de 600 mL, foram pesados 60 g de repolho roxo *in natura* e adicionados 150 mL de água destilada. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor lilás foi transferida para um béquer de 100 mL, resultando em aproximadamente 45 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.4. Extração de corante do urucum (*Bixa orellana* L.)

Em um béquer de 250 mL, foram pesados 30 g de sementes de urucum *in natura* e adicionados 150 mL de etanol 96%. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição do álcool por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor laranja foi transferida para um novo béquer de 250 mL, resultando em aproximadamente 40 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.5. Extração de corante do hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Em um béquer de 250 mL, foram pesados 60 g de pétalas dessecadas da flor de hibisco e adicionados 150 mL de água destilada. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado, e a solução de cor vermelha foi transferida para um novo béquer de 250 mL, resultando em 40 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.6. Extração de corante das cascas de cebola roxa (*Allium Cepa* L.)

Em um béquer de 600 mL, foram pesados 17 g de casca de cebola roxa *in natura* e adicionados 150 mL de água destilada. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor roxa foi transferida para um béquer de 100 mL, resultando em aproximadamente 50 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.7. Extração de corante das cascas de cebola amarela (*Allium cepa* L.)

Em um béquer de 600 mL, foram pesados 15 g de casca de cebola amarela *in natura* e adicionados 150 mL de água destilada. Em seguida, o béquer foi coberto com um vidro de relógio e aquecido até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, o béquer foi removido da fonte de calor e a mistura foi mantida em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, o meio foi filtrado e a solução de cor laranja-amarronzada foi transferida para um béquer de 100 mL, resultando em aproximadamente 50 mL de solução extraída. A solução foi armazenada em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.2.8. Extração de corante do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.)

Em um béquer de 2 L, foram adicionados 0,5 kg de feijão preto *in natura* e 1 L de água destilada. A mistura foi mantida em repouso por 1 hora. Após o período de repouso, a solução foi peneirada, resultando em um 1 L de solução extraída. O extrato obtido foi armazenado em uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

3.3. PROCEDIMENTO PARA TINGIMENTO DE TECIDOS UTILIZANDO OS CORANTES NATURAIS

Para o tingimento de tecidos, separou-se oito pedaços de pano 8 cm x 8 cm (tecido de algodão branco), realizou-se a purga (seção 3.3.1) e a adição de mordente (seção 3.3.2). Após esse preparo inicial, os tecidos foram imersos nos extratos citados nas seções 3.2.1 a 3.2.8, durante 30 minutos. Após este tempo, os tecidos foram lavados em água corrente, torcidos e secos ao ar.

Após o tingimento dos pedaços de tecidos, a técnica do *Tie-Dye* foi empregada em uma blusa branca (100% algodão) (previamente purgada e com mordente) com todos os corantes disponíveis, conforme descrito na seção 4.3.

3.3.1. Procedimento para limpeza do tecido para o tingimento (purga)

O tecido de algodão foi inicialmente pesado e sua massa registrada. Em seguida, a peça de algodão foi colocada em um béquer de 2 L, juntamente com detergente neutro equivalente a 10% da massa do tecido. Posteriormente, água foi adicionada até cobrir completamente o tecido e o detergente. O béquer foi então colocado em uma placa de aquecimento a 150 °C, até que a água atingisse o ponto de ebulição. Após interrupção do aquecimento, o béquer foi mantido em repouso até que a água atingisse a temperatura ambiente (RIBEIRO, 2019). Por fim, o tecido foi lavado com água corrente até esfriar completamente.

3.3.2. Procedimento para fixação do corante (adição de mordente)

O tecido obtido no item 3.3.1 foi pesado e colocado em um béquer de 2 L. Em seguida, água foi adicionada até cobrir completamente o tecido, e 10% de alúmen de potássio (pedra hume) foi adicionado em relação ao peso do tecido. Posteriormente, o béquer foi aquecido até

que a solução atingisse o ponto de ebulição, e o aquecimento foi mantido por 40 minutos (RIBEIRO, 2019). Após um período de resfriamento, o tecido foi retirado do béquer, torcido e considerado pronto para o processo de tingimento.

3.3.3. Procedimento da técnica de tingimento de tecidos: *Tie-Dye*

Realizou-se a técnica *Tie-Dye*, amarrando-se o tecido (por exemplo, uma blusa branca de algodão) com um barbante em forma de trouxinha. Em seguida, com auxílio de bisnagas de plástico, aplicou-se um corante por vez em cada espaço da amarração do barbante, até que toda a peça de roupa estivesse tingida. Posteriormente, o tecido foi mantido em repouso para secar e permitir a fixação dos corantes, conforme discutido no item 4.3.

3.4. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA RELACIONADOS AOS CORANTES NATURAIS

Os conteúdos de Química foram selecionados considerando o fato de que os corantes são moléculas orgânicas que conferem a propriedade de cor. Essas moléculas sofrem modificações estruturais dependendo do meio em que estão presentes e com isso mudam de cor, de acordo com seu pH, despertando o interesse do aluno. Além disso, a escolha do melhor solvente para extração implica nas interações intermoleculares. Baseado nesses argumentos, foi possível selecionar tópicos de química que podem ser ministrados aos alunos das três séries do ensino médio: separação de misturas, mudanças de cores das substâncias, pela alteração do pH, funções orgânicas e interações intermoleculares. Estes conteúdos foram expostos aos alunos em de aulas teóricas, conforme descrito na seção 4.5.1.

Foram preparadas aulas teóricas na forma de slides, para serem conduzidas em 2 tempos de 50 minutos cada, abordando os temas: separação de misturas (filtração, peneiração, decantação, extração, destilação simples, destilação fracionada e evaporação), mudanças de pH por indicadores naturais (extrato de repolho roxo, hibisco, feijão preto, cebola roxa e cúrcuma) e artificiais (fenolftaleína, azul de bromotimol, azul de metileno, alaranjado de metila e vermelho congo), interações intermoleculares (iônicas, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e dipolo instantâneo-dipolo induzido) e funções orgânicas (hidrocarbonetos, álcool, éter, cetona, aldeído, éster, ácidos carboxílico, amina e amida).

3.5. APLICAÇÃO DA OFICINA: AULA TEÓRICA, EXTRAÇÃO DE CORANTES E TINGIMENTO DE TECIDO (*TIE-DYE*)

A oficina chamada “**Colorindo a química com os corantes naturais!**” foi aplicada nos laboratórios de uma escola estadual e de uma escola particular:

- ✓ Colégio Estadual José Veríssimo (CEJV), em Magé, RJ, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, a turma 1003 do Curso Normal (CN), com 42 alunos e em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, a turma 2001 do Curso Normal (CN), com 40 alunos.
- ✓ Centro Educacional Imperial (CEI), em Guapimirim, RJ, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio do Itinerário Formativo de Química (IFQ), com 38 alunos, e em uma turma de 2º ano do Ensino Médio da Formação Geral Básica (FGB), com 32 alunos.

A oficina foi aplicada ao longo de três encontros semanais consecutivos, cada um com duração de 100 minutos, divididos em dois tempos de 50 minutos:

- 1) No primeiro encontro, foram ministradas as aulas teóricas, empregando os slides expostos no Apêndice 1. Ao final do primeiro encontro (aplicação das aulas teóricas), o docente dividiu os alunos em 8 grupos, e fez um sorteio dos procedimentos experimentais (seção 3.2.1 a 3.2.8), a serem realizados. Cada grupo levou um bilhete para casa, com a tarefa de ler atentamente, e com a responsabilidade de trazer a matéria-prima para realizar a extração. A sugestão de bilhete encontra-se no Apêndice 2.
- 2) No segundo encontro, os alunos fizeram a extração dos corantes naturais. Os procedimentos foram feitos no laboratório das escolas, com a matéria-prima sorteada na aula anterior. Para cada grupo, foi entregue previamente uma folha com o procedimento, contendo também informações, como a cor, possíveis substâncias presentes no corante e algumas curiosidades. No Apêndice 3, encontra-se a folha de experimento. Embora o procedimento não envolva riscos, os alunos usaram equipamentos de proteção individual (EPI), como jaleco e óculos de segurança, com o objetivo de aprenderem também noções de segurança. Em cada experimento de extração, houve um tempo de espera, em torno de 40 minutos a 1 hora (relatado no item 3.2), tempo em que foi estabelecido um diálogo com os discentes, realizando

perguntas direcionadas para uma maior interação entre os discentes e docente. Ao final do segundo encontro, os alunos levaram para casa o segundo bilhete, com a responsabilidade de providenciar uma peça de roupa de algodão (100%) branca e limpa, e de fazer a limpeza do tecido (purga discutida no item 4.3) para o tingimento a ser realizado no terceiro encontro.

- 3) No terceiro encontro, os discentes realizaram o tingimento de peças de roupa utilizando corantes naturais extraídos anteriormente, e aplicaram mordente para fixá-los. A atividade de tingimento empregou a técnica *Tie-Dye*, um estilo artístico inspirado na cultura hippie, que envolve a criação de padrões coloridos em tecidos de algodão. Para isso, os corantes naturais extraídos foram distribuídos em bisnagas de plástico, permitindo que os alunos escolhessem as cores de sua preferência. Além disso, também foram disponibilizadas cores resultantes da mistura de cores primárias, incentivando a exploração de combinações de cores, conforme apresentado no item 4.3. Durante o terceiro encontro, cada aluno recebeu uma folha de procedimento detalhada para realizar o experimento de fixação dos corantes naturais em tecidos. O modelo desta folha de procedimento pode ser encontrado no Apêndice 3, enquanto o procedimento de fixação é descrito no item 3.3.2.

3.6. VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Ao final da última etapa da oficina, na semana subsequente, foi aplicada uma avaliação por meio de um questionário. Os alunos receberam um questionário impresso em folha de papel A4, contendo perguntas objetivas e discursivas sobre os tópicos abordados durante a oficina. A participação dos discentes na oficina foi avaliada e pontuada com base nas respostas fornecidas. O modelo do questionário utilizado encontra-se no Apêndice 4.

3.7. ESTRUTURAÇÃO DE UM *E-BOOK* COM AS ETAPAS DA OFICINA

O planejamento da oficina foi registrado em um *e-book* intitulado “**Explorando as cores da terra: O uso de corantes naturais como facilitador do ensino de Química**” com o objetivo de disponibilizar a proposta deste trabalho para docentes do ensino médio interessados na temática. Essa publicação visa permitir que os educadores reproduzam ou adaptem o recurso educacional desenvolvido nesta dissertação, de acordo com suas necessidades específicas.

Para a confecção do *e-book*, foi empregada uma linguagem clara e acessível, proporcionando uma experiência de leitura confortável e agradável. Trata-se de uma ferramenta digital acessível a todos, que estará disponível na plataforma de ensino EduCapes (<https://educapes.capes.gov.br/>) e no site nacional do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) (<https://profqui.iq.ufrj.br/>).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. SELEÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

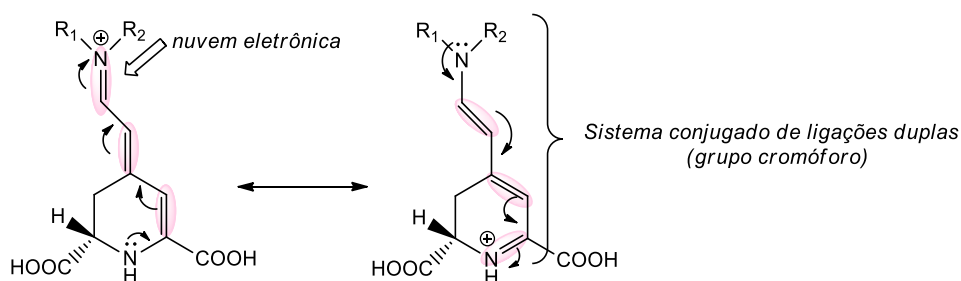
As matérias-primas foram selecionadas considerando que os corantes naturais são substâncias orgânicas que conferem propriedades cromáticas. Além disso, alguns corantes naturais apresentam modificações estruturais em resposta ao meio em que estão presentes, o que pode resultar em mudanças de cor de acordo com o pH do meio. Essa propriedade desperta o interesse dos alunos e promove uma compreensão mais profunda da química envolvida.

As cores provenientes de matéria-prima natural foram obtidas por extração de corantes do açafrão da terra, beterraba, repolho roxo, cascas de cebola roxa e amarela, chá de hibisco e sementes urucum. Esta seleção está de acordo com a LDBEN, que prima pela utilização de recursos do cotidiano e de fácil acesso nas aulas da Educação Básica (Soares; Silva; Carvalho, 2001).

Em uma análise química, os corantes orgânicos possuem um ou mais grupos cromóforos, os quais são responsáveis pela coloração apresentada, pois absorvem na região ultravioleta e visível do espectro, principalmente devido às transições eletrônicas, que ocorrem entre os orbitais moleculares de fronteiras, de um sistema conjugado de ligações duplas. Além dos cromóforos, os corantes possuem grupos auxocromos (doadores de elétrons) e antiauxocromos (receptores de elétrons), que contribuem para a diversificação das cores, pois influenciam o grupo cromóforo, deslocando o comprimento de onda absorvido para um valor maior (deslocamento batocrômico) ou menor (deslocamento hipsocrômico). Além disso, podem alterar a intensidade de absorção dos comprimentos de onda, aumentando-a (efeito hiperocrômico) ou provocando sua diminuição (efeito hipocrômico) (Paiva; Lampman; Kriz, 2000; Martins; Sucupira; Suarez, 2015).

Ao analisar as estruturas das substâncias (1-9) mostradas na Figura 1 (página 13), que são as responsáveis pelas cores selecionadas neste trabalho, percebe-se justamente as características citadas no parágrafo anterior. A título de ilustração, a Figura 13 mostra a deslocalização eletrônica, em função das ligações duplas, presentes na betalaína. Esta estrutura atua como um cromóforo com absorção de luz visível na região de 457–485 nm, produzindo a cor amarelo-alaranjada característica das betaxantinas (Choo, 2019; Calva-Estrada; Jiménez-Fernández; Lugo-Cervantes, 2022).

Figura 13 – Estruturas de ressonância da betalaína. A sombra rosa representa a nuvem de elétrons dentro do sistema de ligação dupla conjugada.



Fonte: Adaptado de Calva-Estrada; Jiménez-Fernández; Lugo-Cervantes, 2022.

No caso das betacianinas, também presentes na beterraba, a substituição da estrutura básica por um núcleo aromático amplia o sistema de ressonância eletrônica, produzindo um deslocamento batocrômico de 50 a 70 nm, de modo que sua absorção característica fica próxima de 532–550 nm, conferindo uma pigmentação vermelho-violeta (Choo, 2019; Calva-Estrada; Jiménez-Fernández; Lugo-Cervantes, 2022; Rodriguez-Amaya, 2019).

4.2. EXPERIMENTOS PRÉVIOS PARA A APLICAÇÃO DOS CORANTES NATURAIS

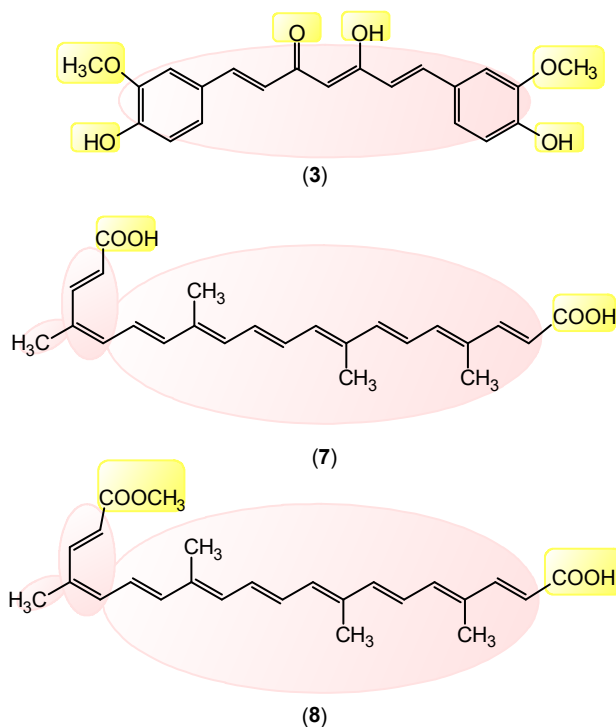
Conforme mencionado na seção experimental 3.2, selecionou-se 8 fontes de matérias-primas de corantes visando a obtenção de uma paleta de cores: açafrão da terra (amarelo), beterraba (rosa), repolho roxo (lilás), urucum (laranja), hibisco (vermelho), casca de cebola roxa (verde, coloração obtida pela adição de mordente, discutida na seção 4.3), casca de cebola amarela (laranja-amarronzado), feijão (azul). Antes de realizar a prática de extração com os alunos, foram realizados ensaios de extração no laboratório Joab Trajano Silva do Colégio Estadual José Veríssimo, conforme descrito na seção 3.5.

Dentre os vários métodos de extração disponíveis na literatura científica, optou-se pelo método de extração sólido-líquido, utilizando-se água ou etanol como solventes. Esse método é simples e acessível, pois emprega materiais facilmente disponíveis. A escolha do solvente de extração foi baseada na solubilidade dos compostos desejados, garantindo uma eficiência máxima no processo de extração.

A solubilidade dos corantes orgânicos a serem extraídos está diretamente relacionada com sua estrutura molecular, especialmente com as forças de atração intermoleculares. O processo de dissolução de qualquer espécie química pode ser explicado pela análise da energia necessária para desfazer as interações soluto-soluto e solvente-solvente, e da energia resultante do estabelecimento de novas interações soluto-solvente. Considerando que o fator entropia favorece a formação de soluções, a avaliação da variação da entalpia é crucial. Valores de entalpia negativos, zero ou fracamente positivos indicam uma dissolução facilitada. Por outro lado, valores de variação de entalpia muito positivos não são suficientes para resultar em uma variação de energia livre menor que zero, apesar da variação de entropia ser favorável, o que implica que a dissolução não é espontânea. (Martins; Lopes; Bittencourt, 2013).

O etanol foi empregado como solvente exclusivamente para a extração dos corantes do açafrão da terra (curcumina (**3**)) e do urucum (norbixina (**7**) e bixina (**8**)), devido à presença de grandes cadeias carbônicas hidrofóbicas em suas estruturas químicas, o que confere baixa solubilidade em água. Em contraste, o etanol permite a formação de ligações de hidrogênio com os átomos de oxigênio e hidrogênio presentes nas estruturas desses corantes, além de possibilitar interações do tipo forças de London. A Figura 14 ilustra as estruturas desses corantes, destacando os grupos hidrofóbicos e hidrofílicos.

Figura 7 – Estruturas químicas da curcumina (3) norbixina (7) e bixina (8), mostrando as regiões hidrofóbicas (em rosa) e hidrofílicas (em amarelo).



Fonte: a autora.

No caso dos corantes da beterraba (betanina), do repolho roxo, das cebolas, do hibisco e do feijão (flavonoides), que apresentam uma maior quantidade de grupos hidrofílicos e cadeias hidrocarbônicas menores em comparação com os carotenoides, observa-se que esses corantes são solúveis em água. Isso ocorre principalmente devido à possibilidade de formação de mais interações por ligações de hidrogênio com o solvente (água). Em outras palavras, a formação de ligações de hidrogênio entre o corante e a água compensa o rompimento das interações por ligações de hidrogênio entre as moléculas de água, permitindo que a dissolução ocorra e resultando em uma energia livre de Gibbs negativa.

Em cada extração, a mistura do material vegetal com o solvente (água ou etanol) foi aquecida até o ponto de ebulição do solvente, com o objetivo de obter um extrato rico em corantes. O aquecimento aumenta a importância do fator entrópico, diminuindo a energia livre de Gibbs e, conseqüentemente, melhorando a solubilidade dos compostos orgânicos. De acordo com Black e Muller (2010), a solubilidade de compostos orgânicos geralmente aumenta exponencialmente com o aumento da temperatura (em °C).

Após o resfriamento, os extratos foram peneirados ou filtrados de acordo com a dimensão dos sólidos da matéria-prima. A quantidade de extrato obtido variou de acordo com o procedimento descrito na metodologia (seção 3.2). O Quadro 4 mostra as matérias-primas utilizadas, os volumes dos extratos obtidos e a coloração, após o término da extração.

Quadro 4 – Matérias-primas e massas utilizadas na extração, volume do extrato obtido e cor obtidos após a técnica de extração.

Matérias-primas	Massa (g)	Volume do Extrato (mL)	Cor do extrato
Açafrão da terra	60	40	Amarelo
Beterraba	100	200	Rosa
Repolho Roxo	60	45	Lilás
Urucum	30	40	Laranja
Hibisco	60	40	Vermelho
Casca de cebola roxa	17	50	Verde *
Casca de cebola amarela	15	50	Laranja-amarronzado
Feijão	500	2000	Azul

* A cor do extrato obtido da casca de cebola roxa é vinho intenso. No entanto, a cor verde provém da mudança de pH do meio pela adição de mordente, que tem caráter básico. A discussão a esse respeito encontra-se na seção 4.3.

A Figura 15 ilustra as etapas para a extração do corante do açafrão da terra, desde a pesagem do material até a obtenção do corante amarelo em extrato etanólico. O etanol foi escolhido devido ao seu baixo custo, fácil acessibilidade e baixa toxicidade, porém, outros solventes podem ser utilizados para a extração da curcumina, como a acetona, o éter de petróleo, o isopropanol e o metanol (Vanuchi; Braibante, 2021; Racovita; Ciuca, 2023). Este corante também pode ser extraído por Soxhlet (Jiang; Ghosh; Charcosset, 2021), e outros métodos mais sofisticados, como as extrações com o uso de ultrassom (Egues, *et al.*, 2021), micro-ondas (Cavalluzzi *et al.*, 2022), enzima (Lubek-Nguyen; Ziemichód; Olech, 2022), fluido supercrítico (Silva; Rocha-Santos; Duarte, 2015) e líquido pressurizado (Perez-Vazques *et al.*, 2023).

Figura 8 – Fotografias que ilustram as etapas de extração do corante do açafrão da terra: (A) pesagem, (B) adição de etanol, (C) aquecimento, (D) filtração e (E) extrato.



Fonte: a autora.

A Figura 16 ilustra as etapas para a extração do corante da beterraba, desde a pesagem do material até a obtenção do corante vermelho em extrato aquoso. Além da água, a literatura reporta o uso de etanol ou metanol aquoso como solventes de extração (Singh; Ganesapillai; Gnanasundaram, 2017). O método de extração e a escolha dos solventes afetam visivelmente os tipos e quantidades de constituintes no extrato. A extração por solvente é a opção mais econômica, entretanto, métodos mais avançados e de maior custo para a extração do corante da beterraba também foram descritos, como a extração assistida por micro-ondas (Singh; Ganesapillai; Gnanasundaram, 2017), ultrassom (Sivakumar *et al.*, 2009) e campo elétrico pulsado (López *et al.*, 2009).

Figura 9 – Fotografias que ilustram as etapas de extração do corante da beterraba: (A) pesagem, (B) adição de água, (C) aquecimento, (D) filtragem e (E) extrato.



Fonte: a autora.

Para a extração do corante de repolho roxo, a água foi usada como solvente, pelo fato das antocianinas serem uma classe de substâncias solúveis em meios aquosos (Lopes *et al.*, 2007; Azeredo *et al.*, 2016). A Figura 17 ilustra as etapas para esta extração, desde a pesagem do material até a obtenção do corante rosado em extrato aquoso. Além da água, a extração das antocianinas de vegetais pode ser realizada com o uso de misturas de solventes, como metanol, etanol e acetona, para gerar maiores rendimentos em um menor tempo de extração (Jampani e Raghavarao, 2015). Há relatos de uso de água quente (Tsai *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2003; Cissé

et al., 2011), etanol e metanol contendo uma pequena quantidade de ácido (Mantell; Rodriguez; Ossa, 2002; Pinelo *et al.*, 2005, Cissé *et al.*, 2011).

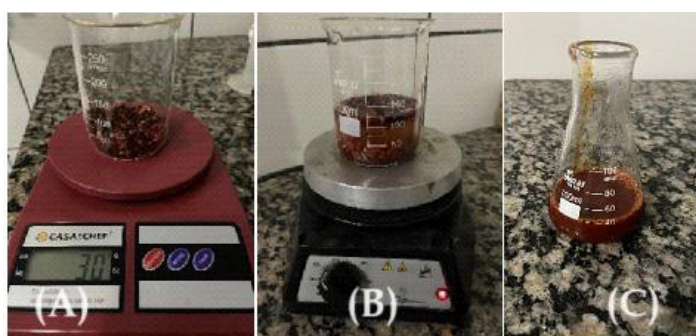
Figura 10 – Fotografias que ilustram as etapas de extração de corante do repolho roxo: (A) pesagem, (B) adição de etanol, (C) aquecimento, (D) filtragem e (E) extrato.



Fonte: a autora.

A Figura 18 mostra os momentos da pesagem, do aquecimento e do extrato laranja obtido de urucum, usando etanol como solvente. Como mencionado, os pigmentos presentes no urucum são carotenoides, incluindo uma grande quantidade de *cis*-bixina (**8**, Figura 12), mas há outros constituintes minoritários, como *trans*-bixina, *cis*-norbixina e *trans*-norbixina (Vanuchi; Braibante, 2021). Quando o urucum é submetido ao aquecimento na extração, há a conversão de *cis*-bixina em *trans*-bixina de coloração avermelhada, que é solúvel em óleo, e insolúvel em água (Araújo, 2008; Vanuchi; Braibante, 2021). Recentemente, Aluko (2024) extraiu as sementes do urucum pelo método de extração por Soxhlet, usando etanol, como solvente, e obteve um rendimento de 31,4%. Em seguida, o corante obtido foi recristalizado usando clorofórmio e etanol para aumentar o grau de pureza.

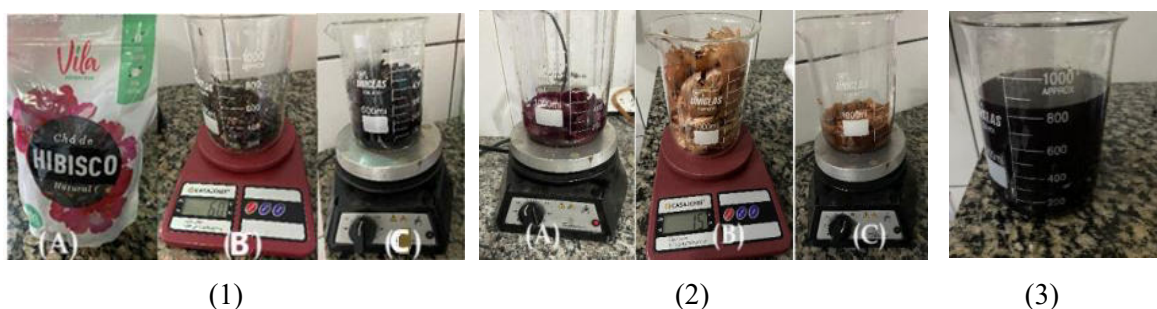
Figura 11 – Fotografias que ilustram as etapas de extração de corante do urucum: (A) pesagem, (B) aquecimento e (C) extrato.



Fonte: a autora.

A Figura 19 apresenta algumas etapas para a extração dos corantes do hibisco (Figura 19 (1)), de cascas de cebolas roxa e amarela (Figura 19 (2)) e dos grãos de feijão (Figura 19 (3)). Em todos os casos, as antocianinas foram majoritariamente extraídas por meio de solução aquosa. Estudos semelhantes foram relatados na literatura. Por exemplo, Oliveira (2018) utilizou 100 g de casca de cebola e 7 L de água para obter o extrato, mantendo a mistura em repouso durante 7 dias. Lucarini *et al.* (2018) empregaram soluções aquosas de etanol nas proporções 40%, 60% e 70% (v/v) para extrair os constituintes das cascas de cebola. Além disso, Luepong, Punyachareonnon e Deerattrakul (2021) extraíram as antocianinas de 1 kg de grãos de feijão preto seco em 2 L de água, após 12 horas de repouso da mistura à temperatura ambiente.

Figura 12 – Fotografias que ilustram as etapas de (1) extração do corante do hibisco: (A) chá de hibisco, (B) pesagem e (C) aquecimento; (2) extração do corante de cascas de cebola roxa e amarela: (A) aquecimento da casca de cebola roxa, (B) pesagem da casca de cebola amarela, e (C) aquecimento da casca de cebola roxa. (3) grãos de feijão embebidos em água.



Fonte: a autora.

A extração do corante do espinafre também foi investigada, conforme ilustrado na Figura 20. Para isso, utilizou-se água como solvente e o meio foi aquecido, conduzindo a aproximadamente 40 mL de um extrato de coloração amarela. Esperava-se nessa extração obter a coloração verde, em decorrência da clorofila. No entanto, observou-se que ocorre degradação da clorofila, constatada pela mudança de cor verde para marrom-oliva, logo após a extração. A clorofila é convertida em feofitina pela perda de íons de magnésio (Mg^{2+}), feoforbídeo (semelhante à feofitina, porém sem o fitol) e clorina (dihidroporfina) (Nisha; Singhal; Pandit, 2004).

Os extratos obtidos neste estudo foram armazenados individualmente em garrafas de plástico PET, previamente envoltas em papel alumínio, e acondicionados em uma geladeira para preservar sua estabilidade e qualidade. O único extrato que não possibilitou o tingimento

de tecido foi o extrato aquoso de espinafre, não sendo levado para aplicação com os discentes. Em troca, utilizou-se a casca de cebola roxa com a adição de alúmen de potássio, o que resultou na alteração da cor original do extrato, devido a mudança do pH do meio, passando de vinho para verde (discutida na seção 4.3).

Figura 20 – Fotografias que ilustram as etapas de extração do corante do espinafre: (A) pesagem, (B) adição de etanol, (C) aquecimento, (D) filtração e (E) extrato.



Fonte: a autora.

A Figura 21 apresenta os resultados da coloração obtidos com os extratos extraídos das diferentes matérias-primas estudadas nesta dissertação. Observa-se que as cores obtidas são variadas e satisfatórias, o que possibilita o tingimento de tecidos com uma ampla gama de corantes naturais.

Figura 131 – Ilustração de todos os resultados do procedimento de extração de corantes das diferentes matérias primas. (A- açafrão-da-terra; B- beterraba; C- repolho roxo; D- urucum; E- hibisco; F- cebola roxa; G- cebola amarela; H- feijão-preto).

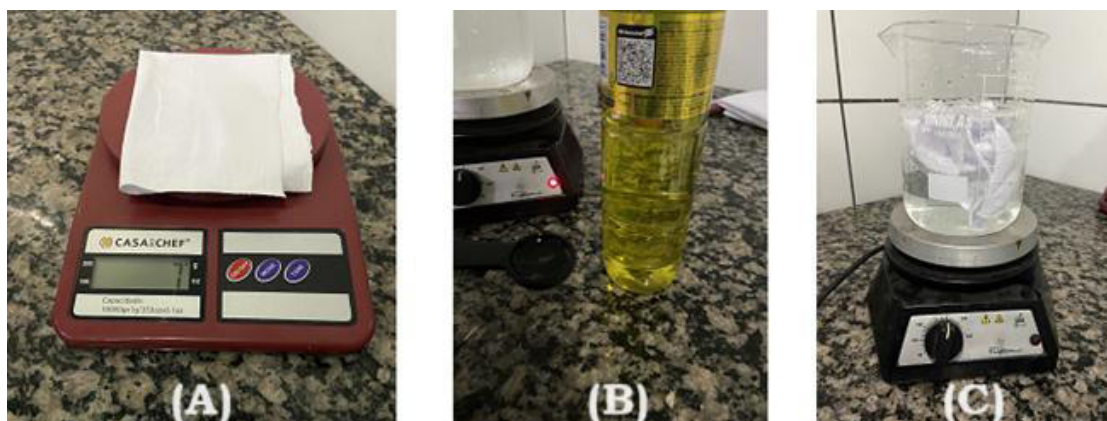


Fonte: a autora.

4.3. EXPERIMENTOS PRÉVIOS PARA APLICAÇÃO DO TINGIMENTO DE TECIDOS

Assim como a extração foi primeiramente investigada antes de levar a proposta até os alunos, o tingimento de tecido empregando a técnica *Tie-Dye*, utilizando os corantes extraídos, foi previamente avaliado. Para isso, foram separados oito pedaços de tecidos de algodão (aproximadamente 8 cm por 8 cm), os quais passaram pelo procedimento da purga (apresentado no item 3.3.3) e pelo procedimento para a adição de mordentes (apresentado no item 3.3.4). Os oito pedaços de tecidos foram purgados com detergente neutro e água, e aquecidos, até 150 °C, como mostra a Figura 22.

Figura 14 – Fotografias que ilustram as etapas do procedimento de purga: (A) pesagem do tecido, (B) detergente neutro a ser utilizado, (C) aquecimento do tecido em água com o detergente.



Fonte: a autora.

A purga consiste na limpeza dos tecidos para eliminar gorduras, resinas, impurezas, e para torná-los mais hidrofílicos (Ribeiro, 2019). Geralmente, o processo de limpeza envolve fervura do tecido em soluções com agentes tensoativos (Alcântara, 1996), sendo utilizado para remover gomas e resíduos decorrentes do processo de fabricação têxtil, como óleos lubrificantes, o que pode impactar de forma negativa na capacidade de aderência do corante à fibra (Marquet, 2022; Santos *et al.*, 2023) e, podem, também, resultar em baixa uniformidade na umectação do tecido nas etapas seguintes (Alcântara, 1996). Depois do processo de limpeza, lavou-se o tecido com água corrente para retirar o excesso de detergente no tecido. Após esse procedimento, não se observou alteração visual no tecido.

Após a purga, procedeu-se a adição de mordente para a fixação dos corantes nos tecidos (procedimento apresentado no item 3.3.4). A Figura 23 mostra as etapas desse procedimento,

no qual utilizou-se água e alúmen de potássio ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$). Neste caso, o alúmen de potássio atua como mordente ou fixador. O átomo de alumínio presente no alúmen forma complexos de coordenação com o corante durante o processo de tingimento têxtil, facilitando a fixação do corante na fibra. Como mencionado, o algodão tem afinidade muito baixa com corantes naturais, o que torna o uso do mordente indispensável neste trabalho (Mozaffari; Maleki, 2018).

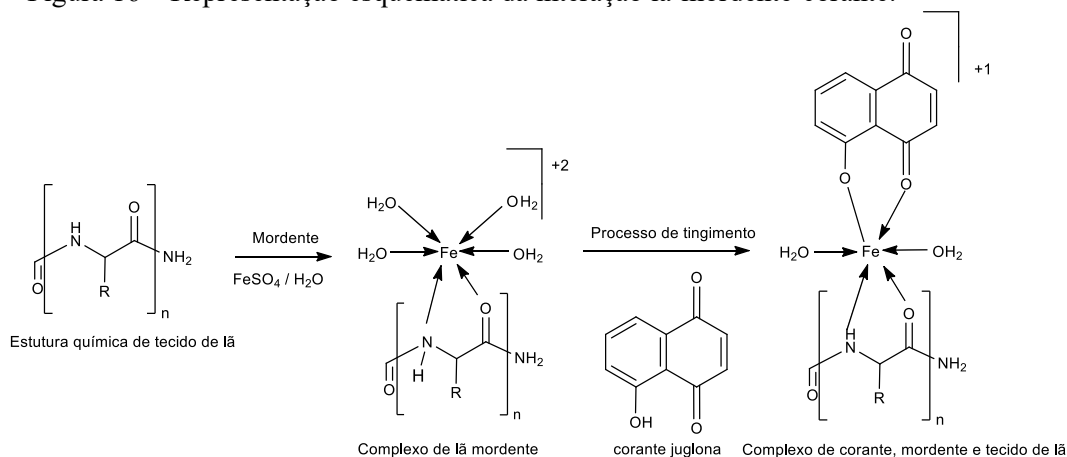
Figura 15 – Procedimento de aplicação do mordente para a fixação dos corantes naturais nos tecidos antes do tingimento: (A) pesagem do alúmen de potássio e (B) aquecimento do tecido, com alúmen de potássio em água.



Fonte: a autora.

A literatura reporta outros mordentes, como sulfato de cobre, cloreto estanoso e sulfato ferroso (Dutta *et al.*, 2021). A utilização de mordentes melhora a fixação do corante no tecido e a solidez da cor (Haji, 2019). A coordenação do metal com átomos de oxigênio e nitrogênio da fibra explica o mecanismo geral para a fixação, conforme exemplificado na Figura 24.

Figura 16 – Representação esquemática da interação lã-mordente-corante.

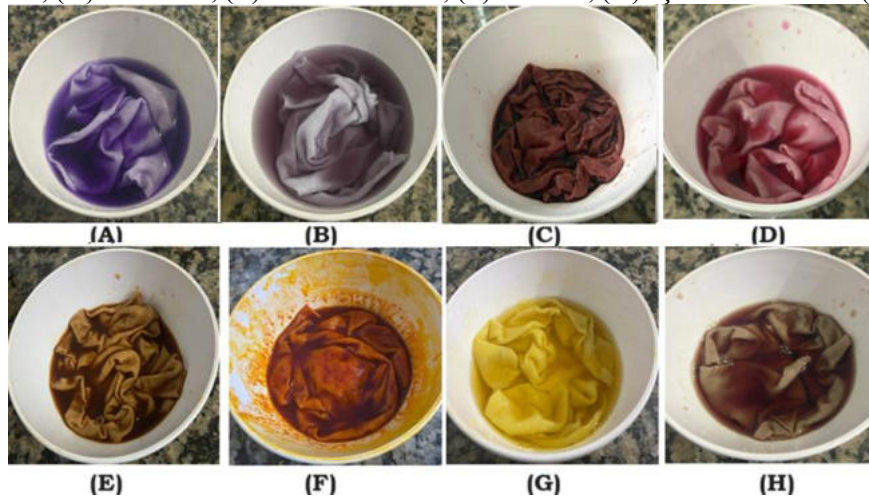


Fonte: Adaptado de Bukhari *et al.*, 2017.

Os métodos para a aplicação de mordentes são classificados de acordo com o tempo de aplicação destes, são eles: os pré-mordentes, que são utilizados antes do tingimento; os mordentes simultâneos, que são utilizados juntamente com os corantes; e os pós-mordentes, que são utilizados após o tingimento (Chungkrang; Bhuyan; Phukan, 2021). Nesta dissertação, optou-se por aplicar os mordentes antes do tingimento para facilitar o procedimento, tendo em vista a forma de aplicação dos corantes naturais em bisnagas sem aquecimento.

Após o procedimento de fixação, os pedaços de tecidos separados para o teste foram submetidos ao tingimento, com cada um dos corantes extraídos. A Figura 25 mostra os tecidos embebidos nos corantes extraídos, e a Figura 26 mostra o resultado dos tingimentos.

Figura 17 –Tingimento dos tecidos com os corantes obtidos das extrações: ((A) repolho roxo, (B) feijão preto, (C) hibisco, (D) beterraba, (E) cebola amarela, (F) urucum, (G) açafrão-da-terra e (H) cebola roxa.



Fonte: a autora.

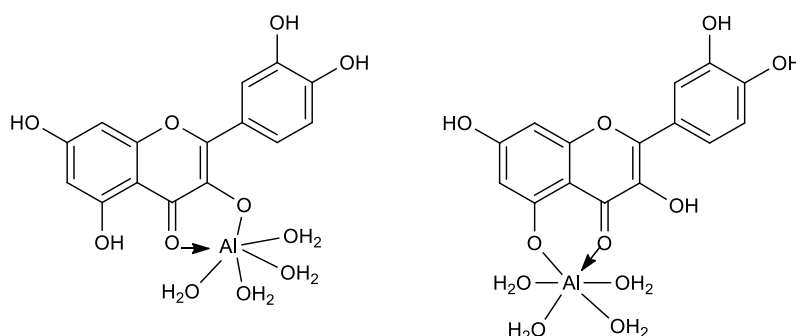
Figura 18 – Cores dos tecidos após o tingimento: (A) repolho roxo, (B) feijão preto, (C) hibisco, (D) beterraba, (E) cebola amarela, (F) urucum, (G) açafrão-da-terra e (H) cebola roxa.



Fonte: a autora.

A Figura 26 (H) mostra o corante da cebola roxa com a coloração verde militar. Essa cor foi obtida após a adição de 10% de alúmen de potássio ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$) em relação ao peso do tecido. De acordo com Septhum, Rattanaphani, V. e Rattanaphani, S. (2007), o alúmen reage com a quercetina formando um complexo com configuração octaédrica, como mostrado na Figura 27, causando um deslocamento do comprimento de onda absorvido para um valor maior (deslocamento batocrômico).

Figura 27 – Propostas de formação do composto de coordenação de alumínio-quercetina



Fonte: Adaptado de Septhum, Rattanaphani, V. e Rattanaphani, S., 2007.

Após os ensaios com os pedaços de tecido, uma blusa branca de algodão no tamanho G, devidamente purgada e com o processo de fixação dos corantes naturais, foi submetida ao tingimento com a técnica do *Tie-Dye* (técnica apresentada na seção 3.3.3.), uma forma tradicional de artesanato originária da China (Fengfan; Yue, 2017). Um registro do teste encontra-se na Figura 28.

Figura 19 – Passo a passo da aplicação da técnica *Tie-Dye* e ao lado a blusa com o resultado do tingimento (desenho convencional – Espiral).



Fonte: a autora.

Existem outras amarrações da técnica do *Tie-Dye*, que originam outras artes, conforme mostra a Figura 29. Esse resultado de tingimento em blusa foi obtido com os corantes de açafrão da terra e feijão preto. Outros tipos de técnicas para aplicação *Tie-dye* são: a técnica de colagem única, de ligação cruzada, de rosa dupla, de encadernação de linha, de marmoreio, de limite duplo (Nakano, Primi e Alves, 2022).

Figura 20 – Passo a passo da aplicação da técnica *Tie-Dye* e ao lado a blusa com o resultado do tingimento *Tie-Dye* (Encadernação de linhas)



Fonte: a autora.

4.4. PREPARAÇÃO DAS AULAS TEÓRICAS – SELEÇÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA RELACIONADOS AOS CORANTES NATURAIS

Ao analisar a literatura científica no que se refere à corantes naturais, e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) das 3 séries do ensino médio (Portal do Ministério da Educação e Cultura – MEC, 2024), selecionou-se os conteúdos: separação de misturas, pH, química orgânica básica e interações intermoleculares. Além disso, considerando o apelo ambiental dos corantes naturais optou-se por utilizar o espaço de aula também para discutir noções de sustentabilidade.

A experimentação de extração dos corantes permitiu explorar técnicas de separação de misturas e discutir as interações intermoleculares, especialmente na escolha do solvente mais adequado para a extração. Com base nesses conceitos, foi possível selecionar tópicos relevantes de química para serem abordados em aulas teóricas para alunos das três séries do ensino médio. O Quadro 5 apresenta os tópicos de química relacionados ao tema dos corantes naturais, selecionados para orientar a preparação das aulas.

Quadro 5 – Ano de escolaridade e os assuntos de química abordados.

ANO DE ESCOLARIDADE	CONCEITOS DE QUÍMICA
1º ano do Ensino Médio	Separação de misturas (extração aquosa e alcoólica, filtração simples, peneiração), mudanças de cores de acordo com o pH e noções de sustentabilidade.
2º ano do Ensino Médio	Química orgânica, mostrando o carbono como elemento central para constituição de diferentes moléculas orgânicas, bem como as funções orgânicas e as interações intermoleculares, aproveitando-se das substâncias presentes nos corantes naturais.
3º ano do Ensino Médio	Pode-se abordar todos os conteúdos acima.

Para a aula teórica, foi preparada uma aula convencional, com a apresentação de slides (disponíveis no Apêndice 1). Os slides foram preparados no Canva, um software que permite a criação de diferentes materiais gráficos. Buscou-se utilizar slides bem ilustrados para que fossem visualmente atrativos aos discentes. Em alguns slides foram adicionados *links* direcionados à artigos relacionados com a temática em estudo, buscando sempre a contextualização, tais como: “Corantes naturais: Extração e Emprego como Indicadores de pH” (Merçon; Dias e Guimarães, 2002); e “Indicadores Naturais de pH: Usar papel ou solução?” (Rossi; Terci, 2002), ambos do periódico Química Nova na Escola. Os conteúdos foram abordados na seguinte ordem:

- 1) Separação de misturas (filtração, peneiração, decantação, extração, destilação simples, destilação fracionada e evaporação);
- 2) Mudanças de pH por indicadores naturais (extrato de repolho roxo, hibisco, feijão preto, cebola roxa e cúrcuma) e artificiais (fenolftaleína, azul de bromotimol, azul de metileno, alaranjado de metila e vermelho congo);
- 3) Interações intermoleculares (iônicas, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo e dipolo instantâneo dipolo induzido);
- 4) Funções orgânicas (hidrocarbonetos, álcool, éter, cetona, aldeído, éster, ácidos carboxílico, amina e amida).

Foram utilizados artigos e livros como referência para a preparação das aulas, e as referências foram adicionadas ao final dos slides de cada ano de escolaridade (Apêndice 1), a

fim de servir de fonte de estudo de consulta para o aluno. O recorte de alguns dos slides encontram-se na Figura 30.

Figura 30 – Recorte de alguns slides preparados para a aula teórica.

C.E. JOSÉ VERÍSSIMO / C.E. IMPERIAL
OFICINA: COLORINDO A QUÍMICA COM OS CORANTES NATURAIS!
 PROFESSORA MONIQUE CORRÊA
 TURMA: 1º ANO DO ENSINO MÉDIO
 ENCONTRO 1 - Aula Teórica

C.E. José Veríssimo / C.E. Imperial
Oficina: Colorindo a Química com os corantes naturais!
 Professora Monique Corrêa
 Turma: 2º ano do Ensino Médio
 Encontro 1 - Aula Teórica

MÉTODOS SEPARAÇÃO DE MISTURAS
 Geralmente as substâncias se encontram na formas de misturas e para que se obtenha as substâncias isoladas é necessário separá-las, utilizando assim os métodos de separação de misturas de acordo com suas características.

TIPOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS HETEROGÊNEAS

- Filtração
- Extração
- Decantação
- Peneiração

TIPOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS HOMOGÊNEAS

- Evaporação
- Destilação Simples
- Destilação Fracionada

INDICADORES DE PH ARTIFICIAIS
 Os indicadores de pH artificiais são indicadores mais utilizados em laboratórios.

-Exemplos de indicadores artificiais:

- Fenolftaleína
- Azul de Bromotimol
- Azul de Metileno
- Alaranjado de Metila
- Vermelho Congo

INDICADORES DE PH NATURAIS
 A natureza nos traz muitas substâncias que podem ser extraídas de espécies de vegetais que funcionam como indicadores de pH.

-Exemplos de indicadores naturais de:

- Repolho Roxo
- Hibisco
- Fesão Preto
- Cebola Roxa
- Curcuma

TIPOS DE INTERAÇÕES

INTERAÇÕES IÔNICAS
 São interações eletrostáticas fortes que ocorrem entre cations e ânions.
 Ex: NaCl

INTERAÇÕES DO TIPO DIPOLO-DIPOLO
 São interações onde os dipolos presentes em ligações que não se anulam.
 Ex: COH2O

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO
 São interações, onde uma ligação de hidrogênio requer que os átomos sejam eletronegativos (como por exemplo N, O e F)
 Ex: H2O

INTERAÇÕES DO TIPO DIPOLO-PERMANENTE-DIPOLO-INDUZIDO
 São interações onde os dipolos presentes em ligações que se anulam.
 Ex: CF4

FUNÇÕES ORGÂNICAS
 Com as diversas possibilidades de arrumação dos átomos de carbono, torna-se cada vez mais claro por que o número de compostos orgânicos é tão grande, atualmente são conhecidos mais de 15 milhões de compostos.

Os compostos orgânicos são divididos em grupos de acordo com suas características, pelos quais são chamamos de funções orgânicas.

Em 1882 em um Congresso Internacional, em Genebra, os químicos presentes neste congresso, resolveram iniciar a racionalização da nomenclatura orgânica, e após várias reuniões internacionais surgiu a denominada nomenclatura IUPAC, (sigla da International Union of Pure and Applied Chemistry).

ACHEI INTERESSANTE :

A curcumina:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/77Eyl/DZ5SRNVrT7bO5R6Nl/?lang=pt&format=html>

As Antocianinas:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/G6dGqMibqz6B57GTdlT3sc/>
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJD/article/view/19617>

SAIBA MAIS SOBRE OS CORANTES NATURAIS

Fonte: a autora.

4.5. APLICAÇÃO DA OFICINA: AULA TEÓRICA, EXTRAÇÃO DE CORANTES E TINGIMENTO DE TECIDO (*TIE-DYE*)

Após os ensaios preliminares para a extração de corante e tingimento de tecidos, seleção de conteúdos de química relacionados à temática dos corantes, e preparação de aula teórica, todo o conhecimento adquirido e planejamento foi aplicado junto aos alunos de duas escolas, no formato de oficina. Os 3 encontros realizados para a aplicação da oficina estão descritos nos itens seguintes.

4.5.1. Aplicação da aula teórica (Primeiro Encontro)

Conforme descrito na metodologia (seção 3.5), a aplicação da oficina “**Colorindo a química com os corantes naturais**” foi realizada no Colégio Estadual José Veríssimo (CEJV), em Raiz da Serra, Magé, e no Centro Educacional Imperial (CEI), em Guapimirim, uma escola privada (Figura 31).

Figura 21 – Fotografias: (A) lateral do CEJV e (B) frontal do CEI.



Fonte: Acervo do autor.

No CEJV, a aplicação foi realizada com alunos do primeiro ano, a turma 1003 de Curso Normal (CN) e do segundo ano, a turma 2001 do CN. No CEI, a aplicação foi realizada com alunos do primeiro ano do ensino médio, a turma de Itinerário Formativo de Química (IFQ), e com alunos do segundo ano do ensino médio, turma de Formação Geral Básica (FGB).

No primeiro encontro com os alunos de cada turma, foi realizada uma aula convencional, utilizando os slides descritos na seção 4.4. No CEJV, a aula teórica da turma 1003 CN foi apresentada na sala de vídeo, e para a turma 2001 CN foi apresentada na sala *maker* (um tipo de sala tecnológica), ambas com auxílio de uma televisão (Figura 32).

Figura 22 – Ministração da aula teórica do primeiro encontro, no CEJV: (A) sala de vídeo, com a 1003 CN e (B) sala maker com a 2001 CN, respectivamente.



Fonte: Acervo do autor.

No CEI, para ambas as turmas, a aula foi apresentada em sala de aula tradicional com auxílio de um data show como mostra a Figura 33.

Figura 23 – Ministração da aula teórica do primeiro encontro, no CEI: turmas de (A) primeiro e (B) segundo anos do ensino médio, em salas de aula tradicionais.



Fonte: Acervo do autor.

Os conceitos de pH e separação de misturas foram apresentados para a turma 1003 CN (CEJV) e revisados para a turma de primeiro ano do ensino médio (CEI); e os conceitos de funções orgânicas e interações intermoleculares para os alunos do segundo ano do ensino médio (CEI) foram revisados para a turma 2001 CN (CEJV).

Os alunos do CEJV foram bastante participativos, pois a realização de uma aula em sala de vídeo e *maker* foi um diferencial em suas rotinas escolares. Os alunos do CEI foram participativos, porém não houve mudança em suas rotinas escolares, pois os slides foram apresentados na mesma sala de aula em que estudam normalmente.

Vale ressaltar que os alunos, de ambas as escolas, ficaram muito empolgados com a forma contextualizada que o conteúdo foi apresentado, e principalmente devido à expectativa de realizar os experimentos para extração de corantes. No entanto, foi possível perceber um maior entusiasmo nos alunos da escola pública, o que pode ser explicado pelo fato da maioria dos professores destas escolas não oferecerem tais recursos e aulas contextualizadas. Logo, até mesmo pequenas mudanças na rotina já são vistas como algo interessante pelos discentes.

Mesmo que nesse primeiro encontro tenha sido utilizado um método tradicional, acredita-se que a apresentação do conteúdo teórico de forma a apresentar a problematização inicial foi bem-sucedida, pois agradou os discentes, o que foi demonstrado com a sua participação ativa através de perguntas referentes a suas dúvidas ao decorrer da apresentação dos slides.

Para Delizoicov, após a “abordagem sistemática”, os alunos estariam em condições de elevar seu senso crítico, podendo fazer indagações, questionamentos, reflexões etc. (Urel, 2022). Esta dissertação apresenta os passos de metodologia apresentada por Delizoicov *et al.*, (2007), em que o primeiro momento é muito importante para despertar a atenção dos alunos, enquanto o segundo momento deve ser destinado a entender a teoria que embasa o conteúdo apresentado. E, finalmente, há o terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento.

Nesta oficina, buscou-se justamente fazer uma abordagem sistemática em primeiro lugar, porém buscando despertar o interesse dos discentes com ilustrações do cotidiano e preparando-os para a parte prática. Sem um embasamento teórico prévio, a parte prática poderia tornar-se uma mera reprodução de um procedimento experimental. Durante o experimento, foi possível conectar os conhecimentos que adquiriram com a aula, culminando com uma aplicação simples e direta de um produto (os corantes) obtido por eles mesmos para tingimento de tecido.

Além disso, Delizoicov teoriza que o professor deve preparar previamente suas aulas, pois, ao chegar em sala de aula, precisaria apresentar problemas que permitam aos alunos manifestarem seus conhecimentos prévios (Urel, 2022), assim como foi feito neste trabalho, com a preparação previa dos slides, pelo docente, para apresentação inicial dos conteúdos.

Em contrapartida, Paulo Freire não enfatiza a preparação prévia, privilegiando uma abordagem mais espontânea, natural e não intencional na etapa inicial do processo de ensino.

Delizoicov não discorda completamente desta abordagem, uma vez que afirma que é de suma importância organizar atividades de Ciências com base na “Abordagem Temática Freireana”, que enfatiza a problematização de situações cotidianas derivadas das experiências sociais vivenciadas pelos aprendizes (Urel, 2022). Na abordagem de Paulo Freire, os temas que emergem das experiências vivenciadas pelos alunos são considerados pontos de partida essenciais para estruturar todo o processo didático pedagógico (Delizoicov *et al.*, 2007). Existe ainda um elemento implícito em comum para ambos os autores: a superação do conhecimento, que antes da aplicação das etapas propostas, esse conhecimento poderia ser nulo ou mínimo, como foi observado pelo docente no primeiro encontro, e após a implementação dos métodos, os alunos se tornam capazes de praticar ações críticas em relação à realidade que os cercam (Urel, 2022).

No final do primeiro encontro, após a apresentação dos slides, foi explicado aos alunos como seriam as próximas etapas, e com isso os alunos foram divididos em 8 grupos, para os quais foram entregues as instruções para o segundo encontro. Cada grupo recebeu um bilhete impresso (Bilhete 1 - Figura 34) com instruções detalhadas, que incluía a responsabilidade de ler atentamente o conteúdo e trazer os materiais necessários para a prática de extração, especificamente uma garrafa PET e um rolo de papel laminado, utilizados para armazenar os corantes naturais extraídos.

Figura 24 – Bilhete entregue ao final do primeiro encontro (Bilhete 1) – Apêndice 2.

Bilhete 1

- **Instruções para próxima aula**

Para o nosso segundo encontro ficará na responsabilidade de cada grupo, trazer os seguintes itens:

- Grupo 1** – 100 g de açafrão da terra em pó
- Grupo 2** – 200 g de beterraba
- Grupo 3** – 1 repolho roxo
- Grupo 5** – 30g de sementes frescas de urucum
- Grupo 4** – 100 g de chá de hibisco
- Grupo 6** – 40 g de cascas de cebola roxa
- Grupo 7** – 40 g de cascas de cebola amarela
- Grupo 8** – 1 kg de feijão

OBS 1: Todos os itens solicitados são comercializados em supermercados ou hortifrutis, o chá de hibisco pode ser encontrado em casa de produtos naturais e as sementes de urucum em plantações residenciais.

OBS 2: Para os grupos responsáveis pelas cascas de cebola, procurar o proprietário do supermercado ou hortifruti, para conseguir as cascas de cebola de forma gratuita, uma vez que serão descartadas.

OBS 3: Cada grupo, além da matéria-prima, ficará responsável por trazer uma garrafa pet e um rolo de papel laminado.

Fonte: a autora.

4.5.2. Experimentação da extração de corantes naturais (Segundo Encontro)

A experimentação da extração ocorreu no segundo encontro, no qual a docente e os alunos (divididos em 8 grupos no encontro 1) levaram as matérias-primas a serem utilizadas na prática da extração. Um procedimento experimental, impresso em folha A4 (Figura 35) foi entregue, com cada um dos 8 experimentos, para cada grupo, a fim de que pudessem desenvolver a prática conforme relatado na metodologia (seção 3.2).

Figura 25 – Folha de procedimento para extração de corante do açafrão da terra.

Experimento 1 - Método para extração de corante do AÇAFRÃO DA TERRA



MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

PROCEDIMENTO 1:

60 g de açafrão da terra picado *in natura*
200 mL de álcool 96%
Béquer (600 mL e 100 mL)
Proveta (200 mL)
Placa de aquecimento
Peneira (10 cm)
Balança

PROCEDIMENTO 2:

60 g de açafrão da terra em pó
200 mL de álcool 96%
200 mL de água
Béquer (600 mL)
Proveta (200 mL)
Placa de aquecimento
Funil de vidro (120 mm)
Papel de filtro 102
Balança

PROCEDIMENTOS

PROCEDIMENTO 1: Em um béquer de 600 mL colocar 60 g de açafrão da terra *in natura* picado e adicionar 150 mL de etanol 96%. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, passar a solução por uma peneira, transferindo-a para um béquer de 100 mL para obtenção de aproximadamente 40 mL de uma solução de cor amarela. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

PROCEDIMENTO 2: Em um béquer de 600 mL, colocar 60 g de açafrão da terra em pó e adicionar uma mistura de 200 mL de água quente e 200 mL de álcool 96%. Manter a mistura em repouso por 1 hora, e em seguida, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 600 mL para obtenção de aproximadamente 350 mL de solução amarela. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

SOBRE O AÇAFRÃO DA TERRA

- Nome Científico: *Curcuma Longa* L.
- A curcumina é o composto majoritário da cúrcuma, responsável pela coloração amarela.
- Funções orgânicas presentes na curcumina: Alceno, fenol, enol, éter e cetona.
- Estrutura química da curcumina:



Fonte: autora.

As Figuras 36 e 37 mostram o desenvolvimento da extração com as turmas do CEJV e CEI. Os grupos ficaram livres para atuarem na extração dos corantes, e puderam realizar todo o experimento.

Figura 26 – Alunos do primeiro e segundo ano do CN, realizando a prática de extração.



Fonte: a autora.

Figura 27 – Alunos do CEI, primeiro e segundo ano, respectivamente, realizando a prática de extração.



Fonte: a autora.

Antes de iniciar a prática, a docente forneceu orientações iniciais sobre segurança de laboratório para os discentes de todas as séries nas duas escolas. Essas orientações incluíam o uso obrigatório de equipamentos de proteção individual, como jaleco de algodão, óculos de proteção e calçado fechado, além de calça comprida. Além disso, foram enfatizadas as práticas de higiene e segurança, como não levar a mão à boca ou aos olhos, não comer nem beber no laboratório e lavar as mãos com água e sabão ao sair do laboratório. Considerando que a extração dos corantes não apresentava riscos significativos, os experimentos foram realizados sem o uso de luvas. Antes de iniciar os experimentos, os discentes também foram apresentados às vidrarias e materiais que seriam utilizados.

Após a orientação inicial, os discentes iniciaram a prática, que transcorreu de forma satisfatória. Os procedimentos entregues foram claros e objetivos, permitindo que todos os alunos realizassem corretamente as etapas e apresentassem apenas algumas dúvidas. Embora

os alunos do 1º ano tenham demonstrado uma maior dependência, o que é compreensível devido à sua menor experiência escolar, isso não afetou negativamente o andamento da prática. Cada grupo conseguiu extrair a quantidade desejada de corante, conforme descrito na metodologia. No entanto, a quantidade extraída não teria sido suficiente para tingir todas as blusas, caso todos os alunos as tivessem trazido. Felizmente, alguns alunos trouxeram meias e outros não trouxeram nenhuma peça de roupa, o que permitiu que todas as peças fossem tingidas. Como medida de precaução, a docente havia realizado extrações prévias de cada matéria-prima e as reservado para o dia do experimento.

Em cada experimento de extração existe um tempo de espera, em torno de 40 minutos a 1 hora (relatado no item 3.4), tempo em que foi estabelecido um diálogo docente-discentes, com realização de perguntas direcionadas para uma maior interação dialógica. A ideia foi estimular a fala dos discentes, buscando reflexão das etapas do procedimento experimental e a respeito da química envolvida. Não era objetivo que eles fossem apenas reprodutores do procedimento, como uma receita, mas sim que fossem capazes de entender cada uma das ações. Seguem as perguntas que foram realizadas durante o debate:

- ✓ Por que na maioria dos experimentos utilizou-se água como solvente de extração, e, em outros, empregou-se álcool?
- ✓ Quais foram as substâncias extraídas em cada experimento? Fale sobre as funções orgânicas presentes em cada substância.
- ✓ Por que foi necessário filtrar após o aquecimento?
- ✓ Qual é a importância das plantas, verduras e legumes usados nas práticas em termos econômicos, sociais e para a alimentação?
- ✓ Quais os processos de separação de misturas foram empregados nos procedimentos?
- ✓ Como poderia se utilizar os corantes naturais como indicadores de pH?
- ✓ Como relacionam-se os corantes naturais com a sustentabilidade? Qual a vantagem e desvantagem de seu uso?
- ✓ Quais as cores primárias e secundárias poderiam ser obtidas com a extração dos corantes naturais?

O debate ocorreu com uma boa participação dos alunos. Assim como Delizoicov defende, após os conhecimentos prévios adquiridos pelos alunos com a aula teórica e com a etapa de experimentação, eles foram capazes de responder as questões da roda de conversa,

especialmente sobre a separação de misturas, e sobre as cores primárias. Observou-se também que alguns alunos consideravam a sustentabilidade algo distante do seu cotidiano, fora do seu alcance, não entendiam que qualquer atitude social que leva à preservação do planeta é uma forma de ser sustentável. Certamente, a vivência prática ajudou a sedimentar estes conhecimentos.

Por outro lado, a ansiedade dos alunos em observar o resultado final da coloração do extrato prejudicou um pouco a conclusão da discussão. Talvez fosse mais eficaz realizar o debate após o experimento, permitindo que os alunos se concentrassem mais na discussão. No entanto, essa etapa foi fundamental, pois permitiu que os alunos estabelecessem conexões entre os conceitos aprendidos em sala de aula e a experimentação prática, demonstrando uma compreensão mais profunda dos conceitos.

A roda de conversa é baseada na dialogicidade, que segundo Paulo Freire (2012, p. 122), “por um lado trata-se de uma condição da natureza humana e de outro a demanda de um interesse da opção democrática do educador”. Trata-se de uma forma de questionar o modelo bancário de ensino de Química e destacar as contribuições da Educação Popular e da Etnociência para a concretização do processo de ensino-aprendizagem de Química sob uma perspectiva dialógica e problematizadora (Quadros *et al.*, 2011).

Nesta oficina, buscou-se o protagonismo dos alunos através da roda de conversa, da experimentação e da aplicação dos corantes no tingimento, o que causou grande expectativa e interesse em cada encontro. A extração dos corantes, em ambas as escolas, foi realizada em um laboratório. É de fato um privilégio ter esses laboratórios, tanto na escola estadual quanto na privada, porém essa não é a realidade de muitos professores no nosso país, pois a maioria das escolas do RJ, e Brasil como um todo, não tem laboratório de ciências (Beiral; Oliveira, 2022). Para as escolas sem esse recurso, sugere-se como alternativa, realizar esta prática em uma cozinha, usando o fogão para aquecer a mistura de material vegetal e água, ao invés da placa de aquecimento. Outra alternativa seria a utilização de aquecedores elétricos ou uma cafeteira de sifão. Pode-se ainda utilizar panelas (alumínio ou vidro temperado) ao invés do bquer como recipiente para realizar o aquecimento.

Ao final da prática de extração de corante, cada aluno recebeu as instruções para o terceiro encontro (Bilhete 2), conforme a Figura 38. Nessa instrução, os alunos foram orientados a trazer peças de roupa branca, feitas de 100% algodão, para o tingimento. Além disso, a

instrução detalhou o procedimento de purga (discutido no item 4.3), permitindo que os alunos realizassem essa etapa em casa e trouxessem a peça de roupa purgada para o encontro seguinte.

Figura 28 – Bilhete entregue ao final do segundo encontro (Bilhete 2) – Apêndice 2.

Bilhete 2

• **Instruções para próxima aula**

Para o Tie Dye, nosso terceiro encontro, cada aluno deverá ser responsável por trazer uma peça de roupa branca de sua preferência, como camisetas, blusas, meias, laços de cabelo etc., estes tecidos precisam ser 100% algodão.

A peça de roupa deverá ser devidamente lavada em casa, para a limpeza da fibra (um procedimento chamado Purga), seguindo as instruções abaixo:

PURGA...

1º Passo – Pesar o tecido e anotar o valor.

2º Passo – Colocar o tecido em uma panela grande e adicionar água até cobrir totalmente o tecido.

3º Passo – Adicionar, na panela juntamente com a água e o tecido, 10% do peso do tecido em detergente NEUTRO, caso não tenha uma balança para pesar o tecido, coloque o detergente com a medida de uma tampinha de garrafa pet de detergente neutro.

4º Passo – Colocar a panela no fogo e esperar a água levantar fervura, após levantar fervura, desligar o fogo e deixar a água atingir a temperatura ambiente (peça o auxílio de um adulto).

5º Passo – Lavar o tecido em água corrente.

6º Passo – Deixar o tecido secar.

Após esses passos a fibra do tecido estará devidamente limpa.

Exemplo:
Se o tecido pesar 150 g, você deve colocar 15 g de detergente neutro.

Fonte: a autora.

4.5.3. Aplicação dos corantes para tingimento de tecidos com a técnica do *Tie-Dye* (Terceiro Encontro)

O tingimento de tecidos aconteceu no terceiro e último encontro, após a obtenção dos diversos corantes extraídos e cores obtidas de fontes de matérias-primas naturais no segundo encontro. O terceiro encontro também foi ministrado no laboratório das escolas, uma vez que ainda havia uma etapa em que o uso de aquecimento foi necessário.

Para esta atividade, foi solicitado ao aluno uma peça de roupa branca para o seu tingimento. A culminância da oficina foi o emprego de uma técnica chamada *Tie-Dye*, um trabalho artístico (estilo hippie) empregada no tingimento de tecidos.

No início do encontro, cada aluno recebeu um procedimento de fixação dos corantes naturais (discutidas no item 4.3.) para ser executado antes do tingimento dos tecidos. O modelo da folha de procedimento encontra-se no Apêndice 3, como mostra a Figura 39.

Figura 29 – Procedimento de fixação do corante no tecido entregue aos alunos no terceiro encontro.

Preparo do tecido para a fixação dos corantes (Mordentes)

- PROCEDIMENTO DE FIXAÇÃO: Pesar o tecido, colocá-lo em um béquer de 2 L e adicionar água até cobri-lo completamente. Em seguida, adicionar 10% de alúmen de potássio (pedra Hume) em relação ao peso do tecido. Após essa etapa, colocar o béquer sobre a placa de aquecimento ligada e aguardar a solução atingir a temperatura de ebulição, mantendo-a durante 40 minutos. Por fim, retirar o tecido do béquer e torcer. Após este procedimento o tecido estará pronto para o tingimento.

Fonte: a autora.

Os discentes aplicaram o mordente nos tecidos para fixar os corantes naturais na fibra, conforme ilustrado na Figura 40. Em seguida, após a aplicação do mordente, as peças de roupa dos alunos foram torcidas para remover o excesso da solução, preparando-as para o tingimento.

Figura 30 – Alunos do primeiro e segundo ano do curso normal, respectivamente, realizando procedimento de preparo dos tecidos para a fixação dos corantes naturais.



Fonte: a autora.

Para a aplicação da técnica *Tie-Dye*, os diferentes corantes naturais extraídos foram acondicionados em bisnagas de plástico (Figura 41), que foram disponibilizadas para a atividade de tingimento. Os alunos tiveram a liberdade de escolher as cores de sua preferência para criar suas próprias peças únicas.

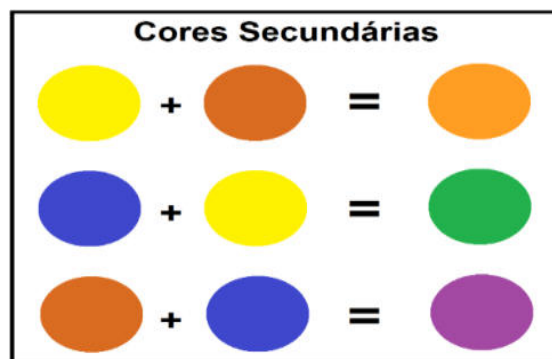
Figura 31 – Bisnagas com os extratos disponíveis ao discentes.



Fonte: a autora.

Além das cores obtidas por meio da extração, é possível criar uma ampla gama de cores adicionais por meio da mistura de corantes, considerando as cores primárias e secundárias. Isso permite uma integração interessante entre Química e Artes. Algumas combinações possíveis de mistura de corantes são apresentadas na Figura 42, demonstrando a variedade de cores que podem ser criadas.

Figura 32 – Possíveis combinações para formação das cores.



Fonte: a autora.

Os discentes aplicaram a técnica *Tie-Dye* para tingir as blusas que cada um havia trazido, conforme solicitado pelo professor no encontro anterior. Além disso, eles também tingiram meias utilizando uma técnica tradicional. Os resultados de alguns desses tingimentos são apresentados na Figura 43, demonstrando a criatividade e habilidade dos alunos.

Figura 33 – (A) Alunos do colégio CEI e do CEJV, após a realização do *Tie Dye*; (B) Resultado do tingimento realizado pelos discentes.

(A)



(B)



Fonte: a autora.

Conforme mencionado na seção 1.7, muitos trabalhos foram encontrados na literatura com o tema de corantes naturais, porém apresentando práticas de extração para finalidades diferentes da proposta dessa dissertação, que foi utilizar os corantes naturais para tingir tecidos com a técnica do *Tie-Dye*, com isso este trabalho traz uma alternativa diferenciada para aplicação dos corantes naturais, levantando questões como tingimento sustentável e artes, com matérias-primas do cotidiano.

Nas últimas décadas, a criatividade vem sendo considerada como um recurso valioso para fomentar ideias e possibilidades que podem beneficiar o indivíduo ou o coletivo. Nakano, Primi e Alves, 2022, afirmaram que a criatividade é um objetivo educacional primordial, pois se trata de uma habilidade do século XXI, que possibilita a comunicação, a colaboração e o pensamento crítico.

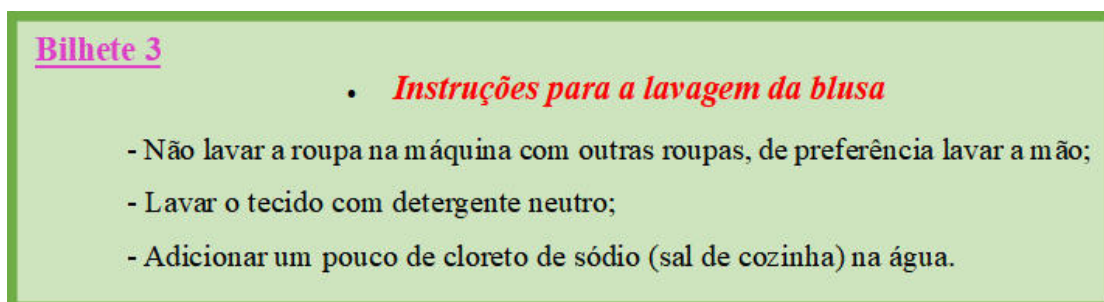
O emprego da técnica *Tie-Dye* incentivou a criatividade dos alunos, possibilitando experiências visuais interessantes e específicas, levando em conta os impulsos estéticos de cada um. O resultado da variedade de formas e cores contribuiu para tornar a prática proveitosa. Os

alunos ficaram bastante envolvidos com a prática do terceiro encontro, acharam interessante a visualização da aplicação dos corantes naturais em tecidos, sedimentando a importância desta temática, relacionada com o seu cotidiano.

Diversos teóricos (Plaza, 2003; Ferreira, 2010) defendem a importância da integração entre arte e a ciência na construção do conhecimento. Eles propõem que a incorporação da arte no processo de ensino e aprendizagem das ciências pode ser capaz de proporcionar um propósito motivador ao ensino, além de desenvolver os aspectos intelectuais, sensoriais e críticos dos alunos. Nesse contexto, Plaza (2003) e Silva et al. (2017) abordam o debate sobre a associação entre ciência e arte, apresentando-as não apenas como complementos teóricos, mas como formas de conhecimento que se entrelaçam, especialmente quando envolvem a aplicação e o desenvolvimento de técnicas específicas, como a experimentação ou outras atividades práticas (Ramos; Bezerra, 2021).

Ao final do terceiro encontro, para melhor conservação do tingimento das blusas, os discentes receberam instruções para lavagem do tecido, em forma de bilhete (Figura 44), sugestão de bilhete no Apêndice 2.

Figura 34 – Bilhete entregue aos alunos ao final do terceiro encontro (Bilhete 3).



Fonte: a autora.

4.6. VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS

Na semana seguinte ao terceiro encontro, uma avaliação foi aplicada no formato de questionário, disponível no Apêndice 4. O questionário foi entregue aos alunos, impresso em folha de papel A4, com perguntas discursivas, objetiva e de verdadeiro ou falso sobre os assuntos discutidos durante a oficina. As questões 1, 3 e 6 foram objetivas, porém de respostas curtas; as questões 2, 5 e 7 foram de múltipla escolha; a questão 4 foi para avaliar se a afirmativa

era verdadeira ou falsa; a questão 8 para correlacionar informações; e as questões 9 e 10 foram discursivas, como mostra a Figura 45.

Figura 35 - Questionário aplicado nas turmas do 1º e 2º ano do ensino médio.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professor(a): _____
 Escola: _____
 Aluno(a): _____ Série: _____ Turma: _____

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?
 R: _____

2. Marque a opção que indica alguns dos processos de separação de misturas, utilizados na obtenção dos corantes naturais.

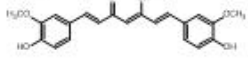
- Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
- Extração, Peneiração e Filtração.
- Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada.
- Flotação, Separação Magnética e Extração.

3. Qual a coloração adquirida pelo extrato de pó de rosa em solução alcalina? E em solução ácida?
 R: _____

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

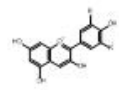
- Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
- Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
- Os corantes naturais são de origem inorgânica.
- Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
- O uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:



- Fenol, amina e amida.
- Ácido carboxílico, amida e éter.
- Fenol, éter e cetona.
- Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Qual solvente pode ser utilizado na extração das ~~curcuminas~~ ~~curcumina~~? Qual interação intermolecular ocorre entre a ~~curcumina~~ e este solvente?

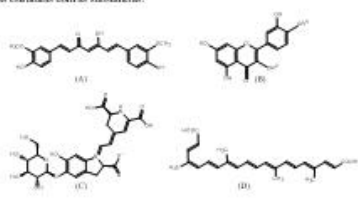


R: _____

7. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da closofil e da mistura da betanina e norbixina, respectivamente:

- Verde, amarelo, laranja e rosa.
- Laranja, verde, rosa e amarelo.
- Rosa, laranja, amarelo e verde.
- Amarelo, rosa, verde e laranja.

8. Relacione as estruturas com as substâncias:



☒ Estrutura da Quercetina (arbitrária)
☐ Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
☐ Estrutura da Betanina (beterraba)
☐ Estrutura da Norbixina (ajacum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
 R: _____

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?
 R: _____

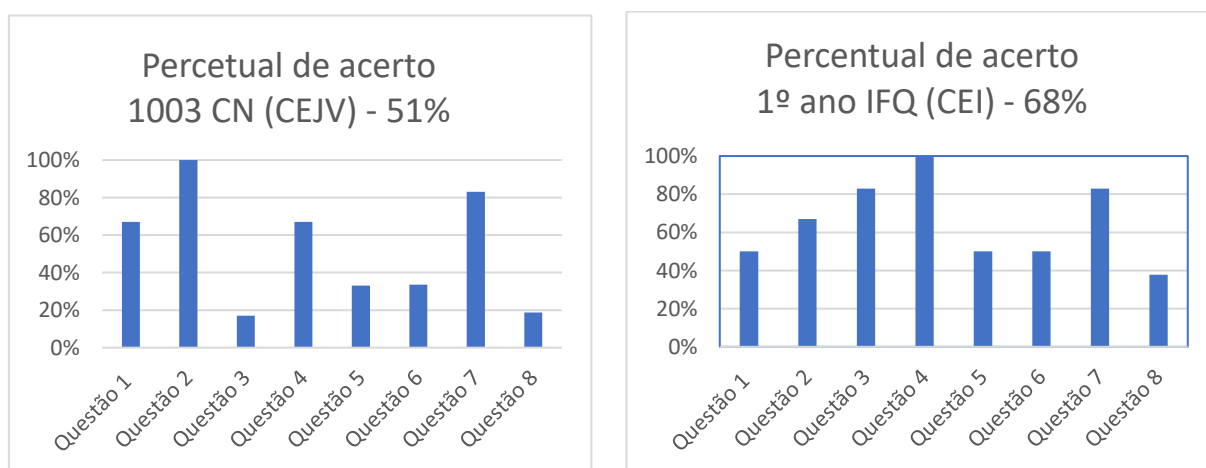
Fonte: a autora.

A Figura 46 mostra o aproveitamento das turmas 1003 CN do CEJV e 1º ano IFQ do CEI. O percentual de acerto para cada turma foi de 51% e 68%, respectivamente. Os alunos, em geral, apresentaram dificuldades para responder as questões que abordam a Química Orgânica (questões 5, 6 e 8). Na questão 5, por exemplo, o número de acerto da 1003 CN do CEJV ficou em torno de 30%, e um pouco melhor para 1º ano do CEI com 50% de acerto. Como o conteúdo de estruturas orgânicas, funções e interações intermoleculares são assuntos de maior complexidade e foram apresentados pela primeira vez no primeiro encontro, acreditou-se que o tempo de assimilação dos alunos para responder a essas questões tenham sido insuficientes, havendo uma maior necessidade de aprofundamento e exemplificações. A experimentação certamente é uma forma de ensino que traz bastante motivação para os alunos, porém entender a teoria da prática requer maior dedicação e atenção por parte dos alunos.

Cerca de 20% e 80% dos alunos da turma 1003 CN e do CEI, (Figura 46) respectivamente, acertaram a questão 3. Como trata-se de uma questão que requer visualização de um experimento não realizado (embora mostrado na aula do primeiro encontro), não há como considerar, de fato, que houve um baixo ou alto aproveitamento neste caso. Entretanto, há uma reflexão sobre a questão do docente ter prendido a atenção dos alunos, a ponto deles responderem questões com informações previamente apresentadas em sala de aula. Essas questões não traduzem um “pensar quimicamente” a respeito do que foi visualizado na experimentação, mas apenas a reprodução de uma informação previamente informada pelo docente.

De maneira geral para as duas turmas, nas demais questões, o resultado foi semelhante, com acertos acima de 50%. Este pode ser considerado um resultado positivo, e atribuído à execução da oficina, quando se compara as duas turmas de realidades escolares e sociais diferentes. Os alunos do CEJV, geralmente, apresentam maior dificuldade em relação aos conteúdos de química, física e matemática, por conta do acúmulo de deficiências anteriores, muitos desses alunos vêm Rede Municipal de Ensino da cidade, que apresenta precariedade do ensino, vide o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) mais recente (2023) de 4,8. Muitos desses alunos, se quer, tiveram a disciplina Química no 9º ano do ensino fundamental. Já para os alunos das escolas privadas, a Química foi apresentada desde o 9º ano de forma separada, assim como física, e não de forma agrupada em ciências.

Figura 36 – Gráfico de aproveitamento da turma 1003 CN (CEJV) por questão. Gráfico de aproveitamento da turma 1º ano IFQ (CEI) por questão.

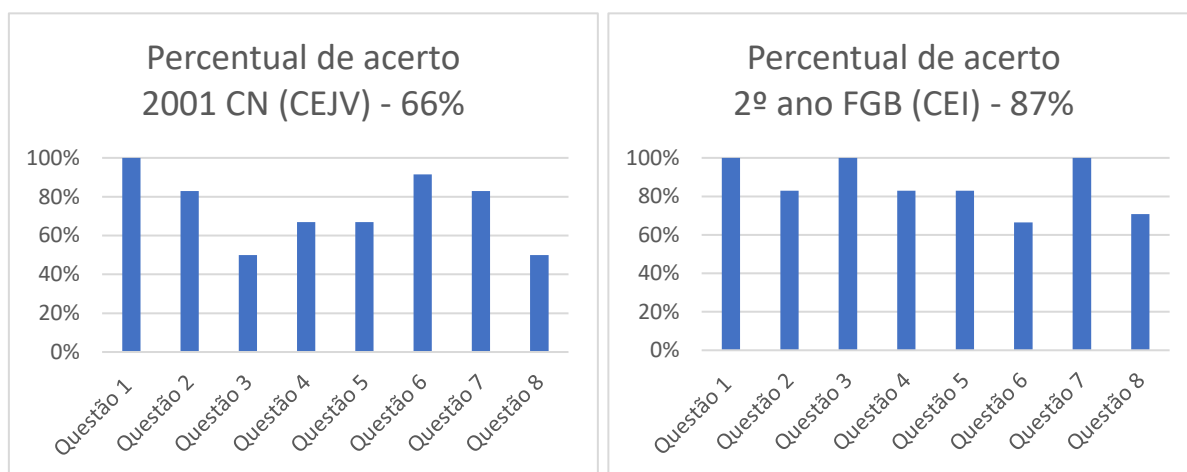


Fonte: a autora.

A Figura 47 mostra o aproveitamento das turmas 2001 CN do CEJV e 2º ano A do CEI. O percentual de acerto para cada turma foi de 66% e 87%, respectivamente. A única questão

que a turma 2001 CN do CEJV não conseguiu desenvolver bem foi a questão 3 sobre pH, onde o acerto foi em torno de 50%, principalmente pelo fato da questão envolver a modificação da cor em função do pH do meio, que naturalmente é um assunto de maior dificuldade de compreensão por partes dos alunos, e que não envolveu experimentos, somente foi abordado na aula teórica. Nas demais questões, em geral, para as duas turmas de segundo ano, houve um aproveitamento satisfatório, acima de 50% de acerto. Embora essas turmas tenham apresentado um desempenho melhor em comparação com as turmas do 1º ano, o que pode ser atribuído à maior experiência e maturidade desses alunos, não foram observadas diferenças significativas nos percentuais de acerto entre os alunos das escolas públicas e privadas.

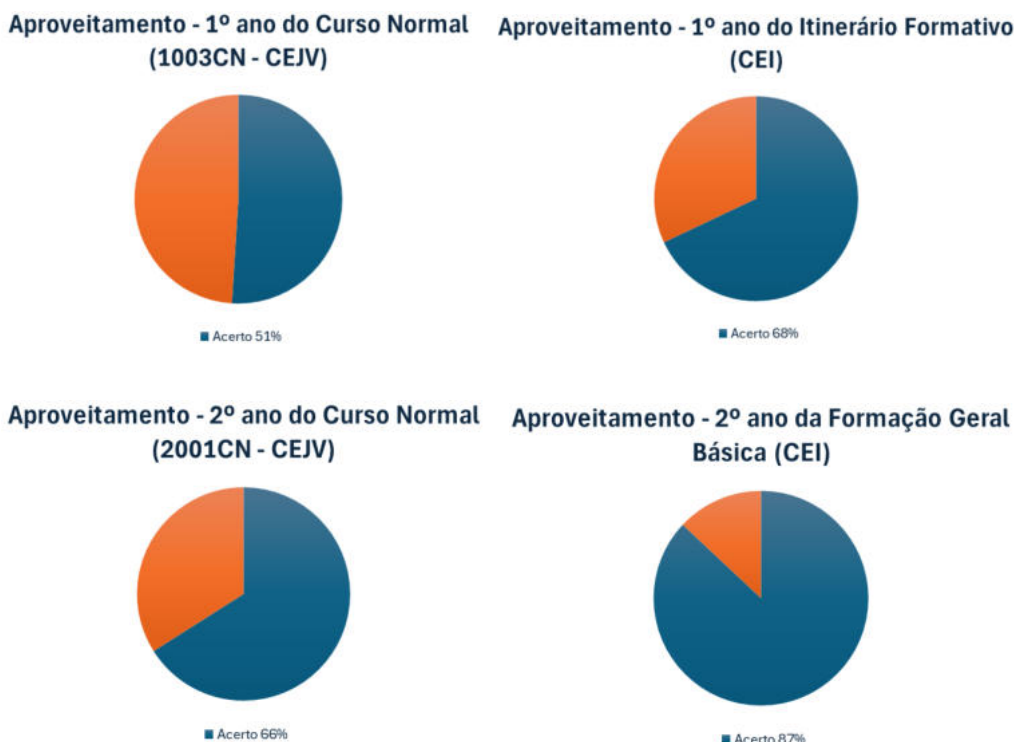
Figura 37 – Gráfico de aproveitamento da turma 2001 CN (CEJV) - por questão. Gráfico de aproveitamento da turma 2º ano FGB (CEI) - por questão.



Fonte: a autora.

A Figura 48 apresenta o percentual de acertos e erros, distribuídos por escola e ano escolar. A defasagem em ciências observada nos alunos de escolas públicas se refletiu em um desempenho abaixo do esperado para seu respectivo ano de escolaridade. No entanto, é notável que as diferenças nos percentuais de acerto entre as escolas estaduais e privadas não foram tão acentuadas. Mais especificamente, o 1º ano do curso normal do CEJV alcançou um aproveitamento de 51%, enquanto a turma de formação geral do CEI obteve 68%. Já as turmas do 2º ano do curso normal do CEJV e de formação geral do CEI apresentaram rendimentos de 66% e 87%, respectivamente.

Figura 38 – Gráficos de aproveitamentos das turmas.



Fonte: a autora.

As questões 9 e 10 foram discursivas, e serviram para avaliar, de forma qualitativa, a visão dos alunos a respeito da conscientização ambiental, importância dos corantes naturais, e quanto ao impacto da oficina em seu aprendizado. Algumas respostas obtidas pelos alunos nas questões 9 e 10 encontram-se no Apêndice 5. Entre estas, selecionou-se cinco respostas (Figuras 48 e 49), que mostram uma compreensão dos alunos a respeito da relação entre a prática realizada e os conteúdos de química estudados.

Em geral, as respostas à questão 9 (Figura 49), que explorou a relação entre sustentabilidade e corantes naturais, foram superficiais. Embora os discentes tenham reconhecido que os corantes naturais são sustentáveis e uma boa alternativa para substituir os corantes artificiais, reduzindo assim o impacto negativo no meio ambiente, suas respostas careceram de discussões químicas mais aprofundadas. Eles demonstraram compreender a importância dos corantes naturais para o meio ambiente, mas não exploraram as implicações químicas dessa relação.

Figura 39 – Exemplos de respostas dos alunos para a questão 9.

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
- R: Muito coerente, acho super válido a utilização da natureza. Eles contribuem de forma reciclável e sustentável.
9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
- R: A química com ~~corante~~ ^{corante} natural ajuda na sustentabilidade no sentido em que ao ser retirada da natureza de forma orgânica, não causa danos (como os corantes industrializados causam na industrialização e descarte incorreto).
9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
- R: A química pode desempenhar um papel fundamental na busca por soluções sustentáveis. Como corantes biodegradáveis, economia de água, reciclagem e uso eficiente.
9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
- R: Os corantes naturais duram mais, contribuem em não serem tóxicos e nem agressivos ao meio ambiente.
9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?
- R: Agora tenho um olhar mais amplo em relação à sustentabilidade e a química.

Fonte: a autora.

Já para a questão 10 (Figura 50), que solicitou a opinião direta sobre a oficina, a maioria dos alunos respondeu que a oficina contribuiu para o seu aprendizado, tornando a Química mais interessante, divertida e possibilitando melhor compreensão. De acordo com as respostas, eles ficaram satisfeitos em realizarem todo o experimento, pois quando se tem aulas experimentais são geralmente apenas demonstrativas. Além disso, algumas respostas mais concisas (como as

duas últimas apresentadas na Figura 50) revelaram dificuldades ou falta de esforço por parte dos alunos em expressar suas opiniões de forma mais detalhada.

Sendo assim, acredita-se que os alunos conseguiram relacionar a Química com seu cotidiano, transcendendo a mera memorização de fórmulas químicas. Ademais, a execução da prática por eles mesmos, colocando “a mão na massa” como escreveu um dos alunos, certamente contribuiu para que se sentissem protagonistas do processo de aprendizagem, reforçando a importância do envolvimento ativo dos alunos nas aulas de Química.

Figura 50 - Exemplos de respostas dos alunos para a questão 10.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Foi uma experiência maravilhosa e única, todos nós aprendemos muitas coisas. E ainda ganhamos algumas fmeias, lindas.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Amei a experiência de entender como os alimentos são feitos. Me ajudou a olhar a química com outros olhos.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Gostei de colocar a mão na massa e pintar as peças de roupa, colocar química em algo do dia a dia chama a atenção do aluno. Colaborou para minha reação de solventes (água e álcool) nos corantes naturais.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Gostei muito das aulas e foi uma grande experiência.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Da dúvida da pintura na camisa, ajudou a entender mais sobre os corantes naturais.

Fonte: a autora.

Considerado a dificuldade natural que os discentes já encontram nos conteúdos referentes a Química e todos os transtornos já discutidos, como a falta de conhecimento básico, após a aplicação da oficina, a verificação da aprendizagem mostrou um resultado satisfatório,

ou seja, os alunos conseguiram assimilar os conteúdos de química propostos. Entretanto, mesmo utilizando metodologias de ensino ativas, alguns assuntos de Química considerados mais abstratos, ainda foram de maior dificuldade de entendimento por parte dos discentes, refletindo em um menor número de acerto dessas questões.

Não há dúvidas de que a melhoria do ensino de Química e a redução das desigualdades entre as escolas públicas e privadas exigem uma abordagem multifacetada e não podem ser alcançadas por meio de uma única ação. No entanto, a proposta apresentada nesta dissertação visa contribuir de forma significativa para o ensino de Química, demonstrando que a experimentação bem orientada e estruturada em conceitos químicos do cotidiano pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Por outro lado, para que um recurso educacional seja verdadeiramente eficaz, é fundamental garantir sua continuidade, realizar melhorias constantes e adaptá-lo às necessidades e realidades específicas do público-alvo.

4.7.CONFEÇÃO DO *E-BOOK* PARA APLICAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL

A oficina é o recurso educacional desta dissertação, e optou-se por disponibilizar todos os passos para a execução das atividades da oficina em um *e-book* intitulado “Explorando as cores da terra: O uso de corantes naturais como facilitador do ensino de Química”. O *e-book* foi produzido, por ser uma ferramenta digital de fácil acesso, para que outros docentes possam ter acesso a esta oficina de forma gratuita, capilarizando ações de inserção de aulas experimentais e contextualizadas na Educação Básica. O material pode ser acessado por meio do seguinte link: https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2025/03/UFRJ_Monique-Bento_Recurso-Educacional_2022_1.pdf

No *e-book*, encontram-se todos os procedimentos experimentais, ou seja, como fazer as extrações dos corantes naturais, a condução de cada etapa, a sequência da oficina nos três encontros, os slides da aula teórica, as folhas de todos os experimentos e bilhetes para impressão. Além disso, este material fornece alguns textos para fundamentação dos conceitos teóricos abordados na oficina. A Figura 51 mostra alguns recortes do *e-book*.

Figura 51 – Recortes do e-book.



Fonte: a autora.

5. CONCLUSÃO

A proposta desta dissertação foi desenvolver uma oficina inovadora que utilizasse a extração de corantes naturais como ferramenta para abordar conteúdos de Química de forma interdisciplinar e lúdica. Essa abordagem permitiu explorar conceitos químicos como pH, métodos de separação de substâncias, funções orgânicas e noções de sustentabilidade, além de integrar elementos de arte, como a mistura de cores primárias e o tingimento têxtil utilizando a técnica *Tie-Dye*.

Pode-se afirmar que os objetivos foram alcançados. A aplicação da oficina “Colorindo a química com os corantes naturais” despertou o interesse dos discentes, que se mostraram satisfeitos e empolgados com as diversas cores que puderam extrair de materiais do dia a dia, e aplicar em um tingimento. Além da empolgação e satisfação dos discentes, a verificação de aprendizagem através de um questionário mostrou que houve absorção de conhecimento químico. No entanto, alguns conceitos de Química considerados mais abstratos não foram completamente sedimentados pelos discentes, o que resultou em um menor número de acerto nas questões. O aproveitamento de todas as turmas (primeiro e segundo ano do ensino médio) foram superiores a 51%, comprovando a eficácia do conjunto de ações, que foi proposta por essa dissertação, composta de aula teórica (conhecimento prévio), experimentação (extração dos corantes) e socialização (arte do *Tie-Dye*).

Considerou-se importante nesta oficina o fato de o discente ter seu lugar de fala, principalmente na roda de conversa, e a realização dos experimentos, ações que o tornaram protagonistas do seu próprio aprendizado. Claro que sendo uma proposta didática aplicada em núcleo pequeno e em um curto espaço de tempo, não se esperava a pronta melhoria do ensino nem a diminuição das desigualdades entre as escolas pública e privadas, mas a longo prazo e somada a outros tantos projetos com objetivo similar, pode-se afirmar que esta oficina coloca mais um degrau na evolução da aprendizagem.

Por fim, a temática de corantes mostrou-se excelente fio condutor dos conceitos químicos, podendo ser explorada futuramente além do que foi mostrado nesta dissertação. Outras matérias-primas para obtenção de corantes e outros métodos de extração podem ser investigados e aplicados com os discentes. Pode-se ainda aprofundar a química envolvida no tingimento do tecido, ou até mesmo realizar aplicações diferentes com os corantes extraídos. Como legado, para que outros professores possam se beneficiar das estratégias elaboradas neste

trabalho, foi redigido e diagramado o *e-book* “Explorando as cores da terra: O uso de corantes naturais como facilitador do ensino de Química”, com os passos a serem desenvolvidos na oficina, buscando visual atraente, uma linguagem dinâmica e de fácil compreensão.

6. REFERÊNCIA

AFFAT, S. S. Classifications, Advantages, Disadvantages, Toxicity Effects of Natural and Synthetic Dyes: A review. **University of Thi-Qar Journal of Science**, v.8, n.1, p. 130-135, 2021. Disponível em: <<https://www.iraqoj.net/iasj/download/984e577eef3c4ef4>>. Acesso em 18 de outubro de 2024.

ALCÂNTARA, M. R.; DALTIM, D. A Química do processamento têxtil. **Química Nova na Escola**, v.19, n.3, p. 320-330, 1996. Disponível em: <http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1996/vol19n3/v19_n3_17.pdf>. Acesso em 01 de novembro de 2024.

ALUKO, E. Ethanol-Based Extraction of Annatto (Bixa Orellana L.) and Characterization of the Bixin and Norbixin. **American Chemical Society Omega**, v. 9, n.16, 18273-18277, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acsomega.3c10120>>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

ALVES, H.; MANHITA, A.; DIAS, C. B.; FERREIRA, T. Traditional dyeing educational approach. **Chemistry Education Research and Practice**, v.15, p. 610-619, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1039/c4rp00038b>>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

ANGELINI, L. G.; PISTELLI, L.; BELLONI, P.; BERTOLI, A.; PANCONESI, S. Rubia tinctorum a source of natural dyes: agronomic evaluation, quantitative analysis of alizarin and industrial assays. **International Journal Industrial Crops and Products**, v.6, n.3-4, p.303–311, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0926-6690\(97\)00021-6](https://doi.org/10.1016/s0926-6690(97)00021-6)>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e prática**, 4ª ed. UFV. Viçosa-MG, 2008.

ARAÚJO, M. E. M. Corantes naturais para têxteis—da antiguidade aos tempos modernos. **Conservar patrimônio**, n.3-4, p.39-51, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/5136/513653427004.pdf>>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

ASPLAND, J. R. The Structure and Properties of Disperse Dyes and Related Topics. **School of Textiles, Clemson University**, v. 25, n. 1, p. 21-25, 1993. Disponível em: < <https://p2infohouse.org/ref/31/30228.pdf>>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

AZEREDO, L. S.; MARCELINO, L. B.; PORRECA, P. P.; SILVA, P. F.; BASTOS, S. F., PEREIRA W. L.; DOMINGUES, S. J. S.; GAMA Filho, R. V. Corantes: naturais e artificiais. **Revista de trabalhos acadêmicos – Universo Campos dos Goytacazes**, n. 6, v. 2, 2016. Disponível em: < <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1CAMPOSDOSGOYTACAZES2&page=article&op=view&path%5B%5D=3453>>. Acesso em 03 de novembro de 2024.

BEIRAL, H. J. V.; OLIVEIRA, M. M. E para os estudantes da educação de jovens e adultos? Tem laboratório de Ciências? **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silva**, v.11, n.26, p. 22-39, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2022.58208>>. Acesso em 03 de novembro de 2024.

BLACK, S.; MULLER, F. On the Effect of Temperature on Aqueous Solubility of Organic Solids. **Organic Process Research & Development**, v. 14, n.3, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/op100006y>>. Acesso em 03 de novembro de 2024.

BLATTI, J. L. Colorful and Creative Chemistry: Making Simple Sustainable Paints with Natural Pigments and Binders. **Journal of Chemical Education**, v.94, n.2, p.211-215, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00591>>. Acesso em 03 de novembro de 2024.

BLINDER, R.; LAMMLE, C. Reversed Phase High Performance Thin Layer Chromatography of Aqueous Samples in Student Laboratories Using the Example of Anthocyanin Patterns from Flower Petals. **Journal of Chemical Education**, v.96, n.9, p.1922-1927, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00900>>. Acesso em 05 de agosto de 2024.

BRATES, C. *et al.* Las evidencias de la industria Del Añil em La Cuenca Copan-Ch'orti'. In: **Simpósio de investigaciones arqueológicas en Guatemala**, 2004. Disponível em: <<https://www.asociaciontikal.com/wp-content/uploads/2017/01/53-Batres-y-Batres.04.pdf>>. Acesso em 05 de agosto de 2024.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 6, n.2, p. 127-139, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289427889_Biopolimeros_polimeros_biodegradav_eis_e_polimeros_verdes>. Acesso em 05 de agosto de 2024.

BUKHARI, M. N.; ISLAM, S.; SHABBIR, M.; RATHER, L. J.; SHAHID, M.; SINGH, U.; ALI KHAN, M.; MOHAMMAD, F. Dyeing studies and fastness properties of brown naphthoquinone colorant extracted from *Juglans regia* L on natural protein fiber using different metal salt mordants. *Textiles and Clothing Sustainability*, n.3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40689-016-0025-2>>. Acesso em 05 de agosto de 2024.

CALVA-ESTRADA, S.J.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, M.; LUGO-CERVANTES, E. Betalains and their applications in food: The current state of processing, stability and future opportunities in the industry. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, v.4, n.30, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100089>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

CARVALHO, C.; SANTOS, G. Global Communities, Biotechnology and Sustainable Design – Natural / Bio Dyes in Textiles. *Procedia Manufacturing*, v.3, p.6557-6564, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.956>>. Acesso em 09 de outubro de 2024.

CASTRO-LOPEZ, C.; VENTURA-SOBREVILLA, J. M.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, D.; ROJAS, R.; ASCACIO-VALDÉS, J. A.; AGUILAR, C. N.; MARTÍNEZ-ÁVILA, G. C. G. Impact of extraction techniques on antioxidant capacities and phytochemical composition of polyphenol-rich extracts. *Food Chemistry*, v. 237, p.1139-1148, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.032>>. Acesso em 09 de outubro de 2024.

CAVALLUZZI M. M.; LAMONACA A.; ROTONDO N. P.; MINIERO, D. V.; MURAGLIA, M.; GABRIELE P.; CORBO, F.; DE PALMA, A.; BUDRIESI, R.; ANGELIS E., MONACI, L.; LENTINI, G. Microwave-Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Lentil Wastes: Antioxidant Activity Evaluation and Metabolomic

Characterization. **Molecules**. v.27, n.21, 7471, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules27217471>>. Acesso em 09 de outubro de 2024.

CHANDRAN, J; NISHA, P. SINGHAL, R. S.; PANDIT, A. B. Degradation of colour in beetroot (*Beta vulgaris* L.): a kinetics study. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, p.2678–2684, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-012-0741-9>>. Acesso em 13 de julho de 2024.

CHASSOT, A. Para que(m) é útil o ensino? Canoas: Editora da Ulbra, 1995.

CHOO, W. S. Betalains: Application in Functional Foods. Em: Mérillon, JM., Ramawat, K.G. (eds) *Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry*. Springer, Cham. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_38>. Acesso em 18 de fevereiro de 2024.

CHOUDHURY, A. K. R. Eco-friendly dyes and dyeing. **Advanced Materials and Technologies for Environmental**, v.2, p.145-76, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324214252_Eco-friendly_dyes_and_dyeing_You_may_download_the_paper_from_the_following_link_https://edtecheujournalsadvmtenvscicurrent-issue>. Acesso em 12 de julho de 2024.

CHRIST, I. S; ALMEIDA, K. N.; OLIVEIRA, V. G.; OLIVEIRA, M. C.; SANTOS, M. J. L.; ATZ, N. R. Célula solar na escola: como construir uma célula solar sensibilizada por corantes naturais. **Química Nova Na Escola**, n.41, p. 394-398, 2019. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_4/12-EEQ-83-18.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2024.

CHUNGKRAK, L.; BHUYAN, S.; PHUKAN, A. R. Natural Dyes: Extraction and Applications. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.10, n.1, p.1669-1677, 2021. Disponível em: <<https://www.ijcmas.com/10-1-2021/Lizamoni%20Chungkrang,%20et%20al.pdf>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

CIARD, M.; IANNI, F.; SARDELLA, R.; BONA, S.; COSSIGNANI, L.; GERMANI, R.; MATTEO TIECCO, M.; CLEMENTI, C. Effective and Selective Extraction of Quercetin from Onion (*Allium cepa* L.) Skin Waste Using Water Dilutions of Acid-Based Deep Eutectic

Solvents. **Materials**, v.14, p.1-17, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ma14216465>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2025.

CISSÉ, M.; BOHUON, P.; SAMBE, F.; KANE, C.; SAKHO, M.; DONIER, M. Aqueous extraction of anthocyanins from Hibiscus sabdariffa: Experimental kinetics and modeling. **Journal of Food Engineering**, v.109, p.16–21, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.10.012>>. Acesso em 15 de outubro de 2024.

CIUCA, M. D.; RACOVITA, R. C. Curcumin: Overview of Extraction Methods, Health Benefits, and Encapsulation and Delivery Using Microemulsions and Nanoemulsions. **International Journal of Molecular Sciences**, v.24, n.10, 8874, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijms24108874>>. Acesso em 15 de outubro de 2024.

COSTA, R.; DUGO, P.; MONDELLO, L. Sampling and Sample Preparation Techniques for the Determination of the Volatile Components of Milk and Dairy Products. **Comprehensive Sampling and Sample Preparation**, v.4, p.43-59, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-381373-2.00127-7>>. Acesso em 15 de outubro de 2024.

DALLAGO, R. M.; SMANIOTTO, A. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para remoção de corantes em meio aquoso. **Química Nova Na Escola**, v.28, n.3, p.433-437, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0100-40422005000300013>>. Acesso em 12 de outubro de 2024.

DAWSON, T. L. Colour and colour vision of creatures great and small. **Journal compilation Society of Dyers and Colourists**, v.122, p.61–73, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2006.00011.x>>. Acesso em 20 de outubro de 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, p. 201, 2007.

DEY, T. B.; CHAKRABORTY, S.; JAIN, K. K.; SHARMA, A.; KUHAD, C. Antioxidant phenolics and their microbial production by submerged and solid state fermentation process: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.53, p.60-74, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.04.007>>. Acesso em 20 de outubro de 2024.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes Naturais: Extração e Emprego como Indicadores de pH. **Química Nova Na Escola**, n. 17, p. 27-31, 2003. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a07.pdf>>. Acesso em 15 de outubro de 20224.

DUTTA, P.; MAHJEBIN, S.; SUFIAN, M. A.; RABBI, M. R.; CHOWDHURY, S.; IMRAN, I. H. Impacts of natural and synthetic mordants on cotton knit fabric dyed with natural dye from onion skin in perspective of eco-friendly textile process. **Materials Today: Proceedings**, v.47, n.10, p.2633-2640, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.229>>. Acesso em 12 de outubro de 2024.

EGUES I.; HERNANDEZ-RAMOS F.; RIVILLA I.; LABIDI J. Optimization of Ultrasound Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Apple Pomace. **Molecules**, v.26, n.13, 3783, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules26133783>>. Acesso em 12 de maio de 2024.

FENGFAN, J; YUE, H. Traditional Tie-dye Handicraft and Modern Design Concept Combined. **Journal of Arts & Humanities**, v.6, n.8, p. 12-15, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.18533/journal.v6i9.1230>>. Acesso em 12 de maio de 2024.

FERNANDES, L. A. F.; FELIX, T. S. Experimentação com corantes naturais: uma alternativa sustentável para a indústria têxtil de Caruaru. **Revista Crises**, v.2, n.1, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.51359/2763-7425.2022.253840>>. Acesso em 20 de outubro de 2024.

FERREIRA, E. L.; SAZAKI, H. Corantes naturais da flora brasileira: guia prático de tingimento com plantas. Curitiba: Optagraf, 1998.

FERREIRA, F. R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Educação e Pesquisa**, v.36, n.1, p.261-280, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1517-97022010000100005>>. Acesso em 10 de outubro de 2024.

FERREIRA, P.G.; LIMA, C.G.S.; FOREZI, L.S.M.; SILVA, F.C.; FERREIRA, V. F. Aqui tem Química: Parte II: A Química dos Corantes Naturais e Sintéticos nos Supermercados. **Revista Virtual de Química**, v.14, n.2, p.267-283, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/1984-6835.20220012>>. Acesso em 10 de outubro de 2024.

FILHO, E. B.; CAVAGIS, A. D. M.; SANTOS, K. O.; BENEDETTI, L. P. S. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. **Química Nova na escola**. v.43, n2, p.167-175, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160242>>. Acesso em 30 de setembro de 2024.

FREIRE, P. À sombra desta mangueira. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

FREITAS, R. V.; CARVALHO, J. V. D.; SILVEIRA, L. K. F.; NASCIMENTO, F. C. A.; SILVA JUNIOR J. O. C.; RIBEIRO-COSTA, R. M.; SANTOS, O. V. Comparative analysis of the bioactive compounds of fresh saffron rhizome (*Curcuma longa* L.) and its commercial version as a powdered condiment. **Scientia Plena**. v.19, n.8, 2023. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/374070179_Analise_comparativa_dos_compostos_bioativos_do_rizoma_de_acafrao_in_natura_Curcuma_longa_L_e_seu_condimento_comercial_em_po>. Acesso em 30 de setembro de 2024.

GEUER, L.; STRIETH, D.; ERDMANN, N.; LORENZ, M.; ALBRECHT, H.; SCHANNE, T.; CWIENCZEK, M.; GELB, D.; ULBER, R. Colorful Diversity Modified Methods for Extraction and Quantification of Photopigments and Phycobiliproteins Isolated from Phototrophic Micro- and Macroalgae. **Journal of Chemical Education**, v.100, p.852-860, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00899>>. Acesso em 05 de março de 2024.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. **Química Nova**, v.23, p.71-78, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013>>. Acesso em 10 de outubro de 2024.

HAMDY, D. M.; OTHMAN, H. A.; HASSABO, A. G. Various Natural Dyes from Different Sources. **Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science**, v.18, n.2, p.171-190, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.21608/jtcps.2021.79786.1066>>. Acesso em 02 de novembro de 2024.

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as Cores da Natureza para Atender aos Desejos do Consumidor: Substâncias Naturais como Corantes na Indústria Alimentícia. **Revista Virtual de Química**, v.5 n.3, 2013. Disponível em: <<https://rvq.sbq.org.br/pdf/v5n3a05>>. Acesso em 01 de novembro de 2024.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. PISA 2000. Relatório Nacional, 2001.

ISLAM, S. U.; LUQMAN, J.; MOHAMMAD, F. Fitoquímica, atividades biológicas e potencial do urucum na produção de corantes naturais para aplicações industriais – Uma revisão. **Jornal de Pesquisa Avançada**, v.7, p.499–514, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.11.002>>. Acesso em 02 de maio de 2024.

JIANG T.; GHOSH R.; CHARCOSSET C. Extraction, purification and applications of curcumin from plant materials. **Trends in Food Science & Technology**, v.112, p.419–430, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.015>>. Acesso em 11 de outubro de 2024.

JUNIOR, O. V.; ABRANTES, K. N. C.; MATIAS, K. S.; RIBEIRO, K. S. Oficina temática: obtenção e aplicação de corantes naturais no cotidiano. **Brazilian Journal of Development**. v.5, n.7, p.8522-8533, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.35587/brj.ed.0000385>>. Acesso em 15 de julho de 2024.

KAJIYA, D. Demonstrating Purple Color Development to Students by Showing the Highly Visual Effects of Aluminum Ions and pH on Aqueous Anthocyanin Solutions. **Journal of Chemical Education**, v.97, p.4084-4090, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00476>>. Acesso em 27 de julho de 2024.

KATO, O. R.; OLIVEIRA, V. P. de; FARIA, L. J. G. de. Plantas corantes da Amazônia. Livro-Tópicos Especiais Tecnologia, p. 41-55, 1998. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/999913>>. Acesso em 12 de junho de 2024.

KŘÍŽOVÁ, H. Natural dyes: their past, present, future and Sustainability. Recent Developments in Fibrous Material Science, p.59-71, 2015.

LANZOTTI, V. The analysis of onion and garlic. **Journal of Chromatography**, v.1112 n.1-2, p.3-22, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.12.016>>. Acesso em 08 de junho de 2024.

LEITE, L.R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira Estudos Pedagógicos**, v.96, n. 243, p.380-398, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S2176-6681/340312848>>. Acesso em 13 de maio de 2024.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v.12, n.140, p.71-79, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/19112>>. Acesso em 11 de maio de 2024.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, n.136, p.95-101, 2012. Disponível em: <https://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2013/quimica_artigos/perspect_novas_metod_ens_quim.pdf>. Acesso em 13 de maio de 2024.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.13, n.3, p. 291-297, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/1375>>. Acesso em 11 de maio de 2024.

LÓPEZ, N.; PUÉRTOLAS, E.; CONDÓN, S.; RASO, J.; ALVAREZ, I. Enhancement of the extraction of betanine from red beetroot by pulsed electric Fields. **Journal of Food Engineering**, v.90, n.1, p.60-66, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.002>>. Acesso em 17 de abril de 2024.

LUBEK-NGUYEN, A.; ZIEMICHÓD, W.; OLECH, M. Application of Enzyme-Assisted Extraction for the Recovery of Natural Bioactive Compounds for Nutraceutical and Pharmaceutical Applications. **Applied Sciences**, v.12, n.7. 3232, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/app12073232>>. Acesso em 17 de abril de 2024.

LUCARINI, A. C.; GALO, G. T.; LIMA, A. C. S.; MACHADO, K. M.; VIEIRA, L. B.; MARTINS, V. C.; FERREIRA, N. L. Estudo da Extração da quercetina a partir da Cebola Roxa (*Allium cepa* L.) e seu Uso Como Conservante Alimentar Natural. **Revista de Engenharia e Ciências Exatas**, v.4, n.1, p.0153-0162, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324023577_ESTUDO_DA_EXTRACAO_DA_Q

UERCETINA_A_PARTIR_DA_CEBOLA_ROXA_Allium_ceppa_L_E_SEU_USO_COMO_CONSERVANTE_ALIMENTAR_NATURAL>. Acesso em 02 de abril de 2024.

LUEPONG, K.; PUNVACHAREONNON, P.; DEERATTRAKUL, V. The influence of pH, temperature and time on dyeing of silk fabric by black bean anthocyanin-rich extract as colorant. **Progress in Color, Colorants and Coatings**, v.14, n.3, p.179-186, 2021. Disponível em: <https://pccc.icrc.ac.ir/article_81715.html>. Acesso em 05 de julho de 2024

LUQUE DE CASTRO, M. D.; JURADO-LÓPEZ, A.; LUQUE-GARCIA, J. L.; KOMPELLA, U. B.; SHEKUNOV, B. Y. Supercritical Fluid Technology for Drug Product Development. Em: York, P.; Kompella, U, B.; Shekunov, B. Y. (eds) Drug Extraction, Taylor & Francis: New York, p.498-531, 2004.

MAGALHÃES, L. F.; ALVES, R. B.; CUNHA, L. R. C.; ROCHA, L. A.; SCHIAVON, M. A.; Elaboração de um método lúdico para o ensino de química: Um jogo baseado em células solares sensibilizadas por corante. **Química Nova**, v.46, n.10, p.1015-1022, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230076>>. Acesso em 05 de julho de 2024

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, v.22, n.2, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000200023>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

MANTELL, C.; RODRIGUEZ, M.; OSSA, E.M. Semi-batch extraction of anthocyanins from red grape pomace in packed beds: experimental results and process modelling. **Chemical Engineering Science**, v. 57, n.18, p.3831–3838, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0009-2509\(02\)00320-2](https://doi.org/10.1016/s0009-2509(02)00320-2)>. Acesso em 12 de julho de 2024.

MARQUET, M. Guide des teintures naturelles. Belin Editora: Paris, 2022.

MATHUR, N.; BHATNAGAR; BAKRE, P. Assessing Mutagenicity of textile dyes fom pali (rajasthan) using ames biossay. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.4, n.1, p.111-118, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.15666/aeer/0401_111118>. Acesso em 15 de maio de 2024.

MARTINS, C. S.; LOPES, W. A.; BITTENCOURT, J. A. Solubilidade das substâncias orgânicas, **Química Nova**, v.36, n.8, p.1248-1255, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0100-40422013000800026>>. Acesso em 11 de maio de 2024.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A Química e as Cores. **Revista Virtual de Química**, v.7, n.4, p. 1508-1534, 2015. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/1152>>. Acesso em 11 de maio de 2024.

MELO, M. J. Handbook of Natural Colorants. Em: Stevens, C.; Bechtold, T.; Manian, A.; Pham, T. (eds) History of Natural Dyes in the Ancient Mediterranean. John Wiley & Sons. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9781119811749.ch1>>. Acesso em 01 de julho de 2024.

MOZAFFARI, E.; MALEKI, B. Alum Mineral and the Importance for Textile Dyeing. **Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering**, v.3, n.4, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.19080/ctfte.2018.03.555619>>. Acesso em 01 de julho de 2024.

NAKANO, T. C.; PRIMI, R.; ALVES, R. J. R. Habilidades do século XXI: relações entre criatividade e competências socioemocionais em estudantes brasileiros. **DOSSIÊ – Criatividade, emoção e educação**, v.37, e81544, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.81544>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2025.

NARIMATSU, B. M. G.; BEM, N. A.; WACHHOLZ, L. A.; LINKE, P. P.; LIZAMA, M. A. P.; REZENDE, C. S. H. Corantes naturais como alternativa sustentável têxtil. **Revista Valore**, v.5, e-5030, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.22408/rev502020507e-5030>>. Acesso em 10 de março de 2024.

NAWAZ, M. S.; AHSAN, M. Comparison of physico-chemical, advanced oxidation and biological techniques for the textile wastewater treatment. **Alexandria Engineering Journal**, v.53, n.3, p.717-722, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.06.007>>. Acesso em 12 de junho de 2024.

NISHA, P.; SINGHAL, R. S.; PANDIT, A. B. A study on the degradation kinetics of visual green colour in spinach (*Spinacea oleracea* L.) and the effect of salt therein. **Journal of Food Engineering**, v.64, n.1, p.135-142, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.021>>. Acesso em 15 de junho de 2024.

NUNES, C. N.; JANSEN, A. B.; QUINÁIA, S. P. Otimização da Extração de antocianinas presentes no feijão-preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. **Química Nova**, v.45, n.1, p.113-120, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170825>>. Acesso em 17 de maio de 2024

NWUZOR, I. C.; ADINOYIB, B. J.; OKEY-ONYESOLUC, C. F.; OYEOKA, H. C. Hibiscus sabdariffa natural dye extraction process with central composite design for optimal extract yield. **Sustainable Chemistry for the Environment**. v.2, 100008, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scenv.2023.100008>>. Acesso em 17 de maio de 2024

OLIVEIRA, M. C. B. T. Aplicação dos corantes naturais urucum e casca de cebola no tingimento de tecidos planos: ensaios de solidez à lavagem e à fricção. Trabalho de conclusão de curso, Faculdade de Tecnologia de Americana, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/3269>>. Acesso em 17 de maio de 2024

PAIVA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; Introduction to Spectroscopy, 3ª. edição, Brooks Cole, 2000.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE – Revista de Políticas Públicas**, v.15, n.02, p.145-153, 2016. Disponível em: <<https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049>>. Acesso em 21 de outubro de 2024.

PEREZ-VAZQUEZ, A.; CARPENA, M.; BARCIELA, P.; CASSANI, L.; SIMAL-GANDARA, J.; PRIETO, M. A. Pressurized Liquid Extraction for the Recovery of Bioactive Compounds from Seaweeds for Food Industry Application. **Antioxidants**, v.12, n.3, 612, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/antiox12030612>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

PEZZOLO, D. B. Tecidos: história, tramas, tipos e usos. Editora Senac: São Paulo, 6ª edição, 2013.

PINELO, M.; RUBILAR, M.; JEREZ, M.; SINEIRO, J.; NUNEZ, M. J. Effect of solvent, temperature, and solvent-to-solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of grape pomace. **Journal of Agricultural and**

Food Chemistry, v.53, n.6, p.2111–2117, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf0488110>>. Acesso em 12 de abril de 2024.

PIZZICATO, B.; PACIFICO, S.; CAYUELA, D.; MIJAS, G.; MOLINER, M. R. Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. **Molecules**, v.28, n.16, 5954, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules28165954>>. Acesso em 28 de maio de 2024.

PLAZA, J. Arte/Ciência: Uma consciência. **ARS**, v.1, n.1, p. 37-47, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-53202003000100004>>. Acesso em 28 de maio de 2024.

PRABHU, K. H.; BHUTE, A. Plant based natural dyes and mordants: A Review. **Journal of natural product and plant resources**, v.2, n.6, p.649-664, 2012. Disponível em: <<https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/plant-based-natural-dyes-and-mordants-a-review.pdf>>. Acesso em 28 de maio de 2024.

PRIETTO, L.; MIRAPALHETE, T. C.; PINTO, V. Z.; HOFFMANN, J. F.; VANIER, N. L.; LIM, L.-T.; DIAS, A. R. G.; ZAVAREZE, E. da R.; LWT. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. **Food Science and Technology**, v.80, p.492-500, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.006>>. Acesso em 13 de junho de 2024.

PUNTENER, A. G.; SCHLESINGER, U. Colorants for non-textile applications. Em: Freeman, H. S.; Peters, A. T. (eds) *Natural Dyes*, Elsevier, p.382–455, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-044482888-0/50040-4>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

QUADROS, A. L.; SILVA, D. C.; ANDRADE, F. P.; ALEME, H. G.; OLIVEIRA, S. R.; SILVA, G. F. Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, n 40, p.159-176, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0104-40602011000200011>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2025.

RAMOS, E. C. S., BEZERRA, C. W. B. A arte no ensino da Química: a linguagem que transforma. **The Research, Society and Development**, v.10, n.13, 2021. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/A-arte-no-ensino-da-Qu%C3%ADmica%3A-a-linguagem-que-Ramos-Bezerra/dd2e675d96a6b46cef3bf0604a44ba4506aabfb4>>. Acesso em 05 de maio de 2024.

RAMOS, L. A.; LUPETTI, K. O.; CAVALHEIRO, E. T. G.; FATIBELLO-FILHO, O. Utilização do extrato bruto de frutos de *Solanum nigrum* L no ensino médio. **Eclética Química**, v.25, p.225-234, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-46702000000100018>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

RESTREPO, C. V.; BENAVIDES, E.; ZAMBRANO, J.C.; MONCAYO, V.; CASTRO, E.; Hand made solar cells from chlorophyll for teaching in high school energy education. **International Journal of Ambient Energy**, v.43, n.1, p.1654-1660, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01430750.2020.1712243>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

RIBEIRO, INEZITA. Técnicas e Saberes Tradicionais na Produção de Cores. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28454>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

RIDGWAY, K.; SMITH, R.M.; LALLJIE, S. P. D. Sample Preparation for Food Contaminant Analysis. **Comprehensive Sampling and Sample Preparation**. v.3, p.819-833, 2012. Disponível em: <<https://www.chromatographyonline.com/view/sample-preparation-food-contaminant-analysis>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Update on natural food pigments - A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. **Food Research International**, v.124, p.200–205, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.028>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. P. Pigmentos e corantes alimentares naturais. **Opinião atual em ciência dos alimentos**, v.7, p.20-26, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.004>>. Acesso em 15 de março de 2024.

ROSA, C. H.; ANTELO, F.; ROSA G. R. Kinetics of Thermal-Degradation of Betanins: A Teaching Mini-Project for Undergraduates Employing the Red Beet. **Journal of Food Science Education**, v.17, p.104-110, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1541-4329.12147>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

ROSSI, A. V.; TERCI, D. B. L. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, v.25, n.4, p. 684-688, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400026>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

SAGAR, N. A.; PAREEK, S.; GONZALEZ-AGUILAR G. A. Quantification of flavonoids, total phenols and antioxidant properties of onion skin: a comparative study of fifteen Indian cultivars. **Journal Food Science and Technology**, v.57, n.7, p.2423–2432, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32549592/>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

SAMPAIO, B; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. *Revista Economia Aplicada*, v.13, n.1, p.45-68, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-80502009000100003>>. Acesso em 07 de julho de 2024.

SALAUDDIN, M. S; RONY, M. M; HAQUE, A; SHAMIM, A. M. Review on Extraction and Application of Natural Dyes. **Textile & Leather Review**, v.4., n.4, p. 218-233, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.31881/TLR.2021.09>>. Acesso em 11 de outubro de 2024.

SANTOS, A. G.; NETO, A. R. P.; FRAGOSO, H. C. Método das aulas dinâmicas: uma aplicação no ensino de química. **Revista Brasileira de Ciências Aplicadas**, v.3, n.1, p.529-538, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.34115/basr.v3i1.802>>. Acesso em 02 de julho de 2024.

SANTOS, C. S.; SILVEIRA, I.; SCHULTE, N. K.; ROSA, L.; NOVELLI, D. 80 Cores no tingimento natural para aplicação em tecidos de fibra natural. **Revista Técnico-Científica do programa de pós-graduação em design da Univille**, v.6, n.1, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.21726/pl.v6i1.2148>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

SANTOS, N. S.; SILVA, F. L. A. T.; LEITE NETO, M. T. S. Corantes Naturais: Importância e Fontes de Obtenção. **Revista Científica Multidisciplinar**, v3, n.3, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i3.1165>>. Acesso em 12 de maio de 2024.

SANTOS, T. R. J.; SANTANA, L. C. L. A. Conventional and emerging techniques for extraction of bioactive compounds from fruit waste. **Brazilian Journal Food Technology**, v.25, e2021130, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.13021>>. Acesso em 12 de maio de 2024.

SAXENA, S., RAJA, A. S. M. Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues. Em: Muthu, S. (eds) *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing*.

Textile Science and Clothing Technology. Springer: Singapore. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_2>. Acesso em 01 de julho de 2024.

SEPTUM, C.; RATTANAPHANI, V.; RATTANAPHANI, S. UV-VIS spectroscopic study of natural dyes with alum as a mordant. **Suranaree Journal of Science and Technology**, v.14, n.1, p.91-97, 2007. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=468565fb204d7105901b02d3fbe4e3db1433eac7>>. Acesso em 30 de outubro de 2024.

SILVA R. P. F. F., ROCHA-SANTOS T. A. P.; DUARTE A. C. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. **TrAC Trends Analytical. Chemistry**, v.76, p. 40–51, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.11.013>>. Acesso em 12 de julho de 2024.

SILVA, A. M. T. B.; SUAREZ, A. P. M. S.; UMPIERRE, A. B.; QUEIROZ, G. R. P. C. Ciência e arte: um caminho de múltiplos encontros. **Interações**, v.13, n.44, p.7-18, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.25755/int.4109>>. Acesso em 11 de julho de 2024.

SINGH, A.; GANESAPILLAI, M.; GNANASUNDARAM, N. Optimizaton of extraction of betalain pigments from beta vulgaris peels by microwave pretreatment. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v.263, n.3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1757-899x/263/3/032004>>. Acesso em 11 de julho de 2024.

Sítio: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 20 de julho de 2024.

Sítio: <http://portal.mec.gov.br/>. Acesso em 20 de julho de 2024.

Sítio: <https://greennationcollection.com.br/usp-realiza-pesquisa-sobre-corantes-naturais-na-industria-textil/#:~:text=As%20esp%C3%A9cies%20usadas%20foram%3A%20a%C3%A7a,%2C%20urucum%20e%20cip%C3%B3%2D%20ver%C3%B4nica>. Acesso em 20 de julho de 2024.

Sítio: <https://qedu.org.br/municipio/3302502-mage/ideb>. Acesso em 15 de outubro de 2024.

SIVAKUMAR, V.; LAKSHMI, A.; VIJAYEESWAREE, J.; SWAMINATHAN, G. Ultrasound-assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. **International Journal Ultrasonics Sonochemistry**, v.16, n.6, p.782-789, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.03.009>>. Acesso 12 de março de 2024.

SOARES, M. H. F. B.; SILVA, M. V. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Aplicação de corantes naturais no ensino médio. **Eclética Química**, v. 26, p. 225-234, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v26.1.2001.p225-234>>. Acesso em 10 de outubro de 2024.

SOUSA, A. D.; MAIA, A. I. V.; RODRIGUES, T. H. S.; CANUTO, K. M.; RIBEIRO, P. R. V.; PEREIRA, R. C. A.; VIEIRA, R. F.; BRITO, E. S. Ultrasound-assisted and pressurized liquid extraction of phenolic compounds from *Phyllanthus amarus* and its composition evaluation by UPLC-QTOF. **Industrial Crops & Products**, v.79, p.91-103, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.045>>. Acesso em 28 de março de 2024.

SOUSA, N. J. Peer instruction: uma metodologia que promove a participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v.11, n.01, p.2497–2502, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.17976>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2025.

SPINK, M. J.; MENEGON, V. M.; MEDRADO, B. Oficinas como estratégia de pesquisa: articulações teórico-metodológicas e aplicações ético-políticas. **Psicologia & Sociedade**, v.26, n.1, p.32-43, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-71822014000100005>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2025.

TALLMAN, K. A. Introducing Students to Fundamental Chemistry Concepts and Basic Research through a Chemistry of Fashion Course for Nonscience Majors. *Journal of Chemical Education*. **Journal of Chemical Education**, v.96, n.9, p.1906-1913, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00826>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2025.

TRINDADE, N. B. Corantes naturais em tecido: histórico e aplicações. Canal digital. **FuturePrint**, 2022. Disponível em: <<https://digital.feirafutureprint.com.br/colunistas/corantes-naturais-em-tecido-historico-e-aplicacoes/>>. Acesso em 10 de julho de 2024.

TSAL, P. J.; MCINTOSH, J.; PEARCE, P.; CAMDEN, B.; JORDAN, B. R. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. **Food Research International**, v.35, n.4, p.351–356, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0963-9969\(01\)00129-6](https://doi.org/10.1016/s0963-9969(01)00129-6)>. Acesso em 10 de julho de 2024.

UREL, D. E. Paulo Freire e os três momentos pedagógicos. *Scientia Naturalis*, v. 4, n. 1, p. 49-59, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.29327/269504.4.1-4>>. Acesso em 10 de julho de 2024.

JAMPANI, C.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Process integration for purification and concentration of red cabbage (*Brassica oleracea* L.) anthocyanins. **Separation and Purification Technology**, v.141, n.12, p.10-16, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.11.024>>. Acesso em 10 de julho de 2024.

VANUCHI, V. C. F. Corantes naturais da cultura indígena no ensino de química. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16089>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

VANUCHI, V. C. F.; BRAIBANTE, M. E. F. O Uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: Uma possibilidade para o ensino de química articulado coma lei 11. 645/2008. **Revista Debates em Ensino de Química**, v.7, n.2, p 54-74, 2021. Disponível em: <<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4207>>. Acesso em 05 de julho de 2024.

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; DUARTE T. S. Microgreens de repolho roxo cultivado em diferentes substratos e concentrações de solução nutritiva. **Revista Caatinga**, v. 32, n.4, p.976 – 985, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/8622>>. Acesso em 10 de julho de 2024.

WINKLER, M. E. G.; SOUZA, J. R. B.; Z., SÁ M. B. Z. A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos. **Química Nova na Escola**, v. 39, n.1, p.27-34, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160057>>. Acesso em 02 de julho de 2024.

WONG, P. K.; YUSOF, S.; GHAZLI, H. M.; CHE MAN, Y. B. Optimization of hot water extraction of Roselle juice using response surface methodology: a comparative study with

other extraction methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, n.12, p.1273–1278, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.1416>>. Acesso em 02 de julho de 2024.

YADAV, S.; TIWARI, K. S.; GUPTA, C.; TIWARI, M. K.; KHAN, A.; SONKAR, S. P. A brief review on natural dyes, pigments: Recent advances and future perspectives. **Natural Dyes and Sustainability**, v. 5, 100733, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100733>>. Acesso em 02 de julho de 2024.

YUSUF, M.; SHABBIR, M., MOHAMMAD, F. Natural Colorants: Historical, Processing and Sustainable Perspectives. **Natural Products Bioprospecting**, v.7, p.123–145, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s13659-017-0119-9>>. Acesso em 02 de julho de 2024.

7. APÊNDICE

7.1. APÊNDICE A – SLIDES DAS AULAS TEÓRICAS MINISTRADAS (1º E 2º ANO – ENSINO MÉDIO)



PARA RELEMBRAR!

Fase: é uma porção da matéria que apresenta aspecto uniforme.

- Misturas Homogêneas
Misturas que apresentam uma fase.
- Misturas Heterogêneas
Misturas que apresentam duas ou mais fases

Água + Óleo → Água + óleo

Água + Sal → Água + sal

<https://www.sabermais.am.gov.br/roteiro-de-estudo/metodos-de-separacao-de-misturas-heterogeneas-56923>

MÉTODOS SEPARAÇÃO DE MISTURAS

Geralmente as substâncias se encontram na formas de misturas e para que se obtenha as substâncias isoladas é necessário separá-las, utilizando assim os métodos de separação de misturas de acordo com suas características.



TIPOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS HETEROGÊNEAS

- Filtração
- Extração
- Decantação
- Peneiração



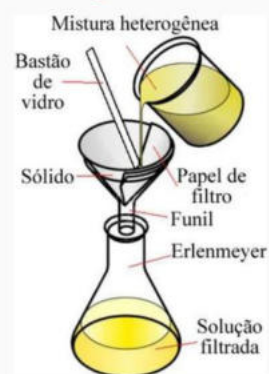
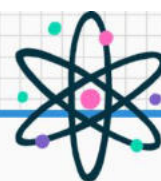
TIPOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS HOMOGÊNEAS

- Evaporação
- Destilação Simples
- Destilação Fracionada



FILTRAÇÃO

A Filtração é um processo utilizado para separar mistura de sólido não dissolvido em um líquido.



<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/filtracao-metodo-separacao-misturas>



EXTRAÇÃO

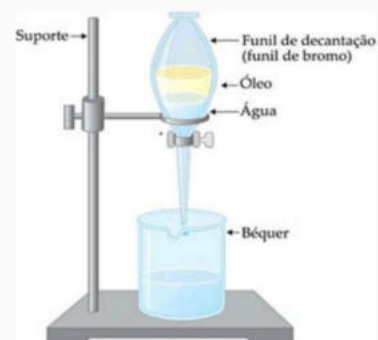
A extração é um processo de separação de misturas que consiste na utilização de um solvente para extrair determinada substância de uma mistura.



<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/filtracao/metodo-separacao-misturas>

DECANTAÇÃO

A decantação é um processo de separação utilizado para separar uma mistura de líquido e sólido ou dois líquidos imiscíveis (que não se misturam).



<https://www.explicatorium.com/cfq-7/decantacao.html>

PENEIRAÇÃO OU TAMISAÇÃO

A peneiração é um processo de separação utilizado para separar misturas de sólidos em que as partículas tem tamanhos diferentes.



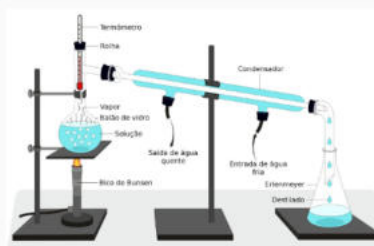
<https://pt.dreamstime.com/separa%C3%A7%C3%A3o-das-misturas-por-peneira%C3%A7%C3%A3o-ilustra%C3%A7%C3%A3o-de-image232058856>



https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava_quimica/materia14.php

DESTILAÇÃO SIMPLES

A destilação simples é um processo de separação utilizado para separar misturas homogêneas de sólidos dissolvidos em líquidos.



<https://www.infoescola.com/quimica/destilacao-simples/>

EVAPORAÇÃO OU CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA

É um processo de separação utilizado para separar misturas homogêneas de sólidos dissolvidos em líquidos. Esse processo baseia-se na evaporação de parte do solvente e a cristalização da substância sólida.



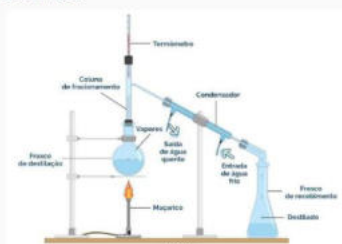
<https://www.estudopratico.com.br/separacao-dos-tipos-de-misturas-homogeneas-e-heterogeneas/>



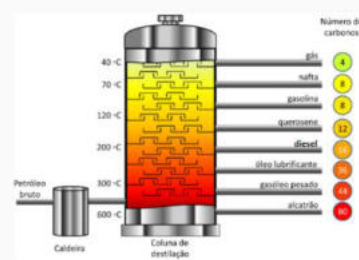
<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/separacao-destilacao-e-evaporacao.htm>

DESTILAÇÃO FRACIONADA

A destilação Fracionada é um processo utilizado para separar misturas homogêneas de líquidos, que apresentam temperaturas de ebulição próximas.

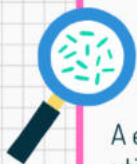


<https://blog.maldrat.pt/destilacao-simples-ou-fracionada-qual-a-melhor-solucao>



<https://cbie.com.br/como-funciona-a-destilacao-do-petroleo/>

PARA RELEMBRAR! ESCALA DE PH



A escala de pH é uma maneira amplamente utilizada para medir acidez ou a alcalinidade de uma uma solução.

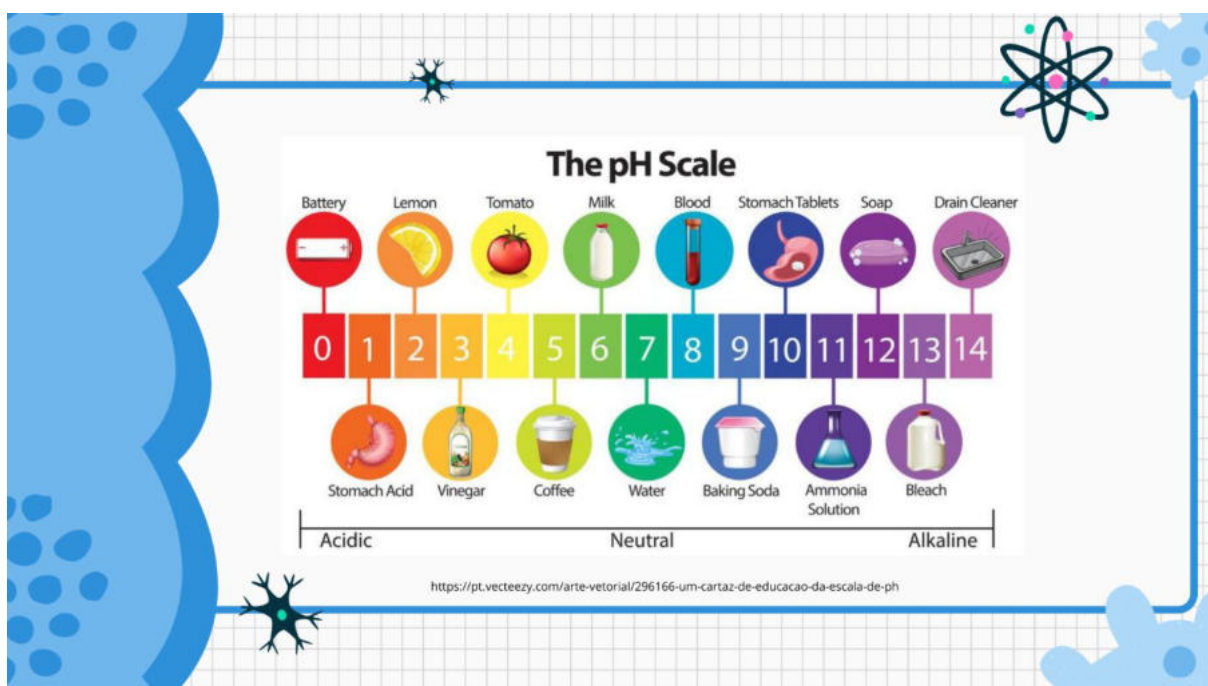
O pH de uma solução pode variar de 0 a 14.

Sabe-se que:

pH = 7 (Solução neutra)

pH < 7 (Solução ácida)

pH > 7 (Solução básica)



INDICADORES DE PH

- Indicadores são substâncias que mudam de cor, de acordo com o meio da solução, podendo ser de caráter ácido, básico ou neutro.

Os indicadores de pH podem ser naturais ou artificiais!

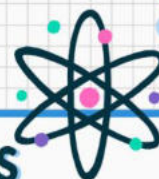


INDICADORES DE PH ARTIFICIAIS

Os indicadores de pH artificiais são indicadores mais utilizados em laboratórios.

-Exemplos de Indicadores artificiais:

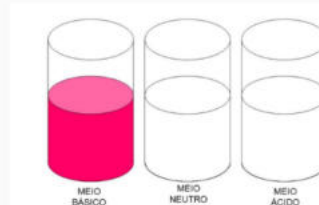
Fenolftaleína
Azul de Bromotimol
Azul de Metileno
Alaranjado de Metila
Vermelho Congo



FENOLFTALEÍNA

É um dos indicadores mais utilizado em laboratório.

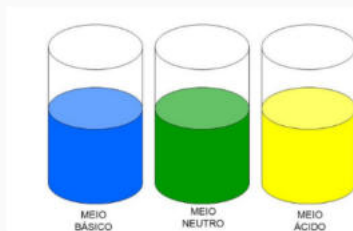
pH abaixo de 7 - incolor
pH= 7 - incolor
pH cima de 7 - cor rosa



<https://slideplayer.com.br/slide/3493709/>

AZUL DE BROMOTIMOL

pH abaixo de 7 - Amarelo
pH= 7 - Verde
pH cima de 7 - Azul



<https://slideplayer.com.br/slide/3493709/>

INDICADORES DE PH NATURAIS

A natureza nos traz muitas substâncias que podem ser extraídas de espécies de vegetais que funcionam com indicadores de pH.

-Exemplos de Indicadores naturais de :

Repolho Roxo

Hibisco

Feijão Preto

Cebola Roxa

Cúrcuma

REPOLHO ROXO

O extrato de repolho roxo apresenta a coloração lilás por conta da presença de antocianinas (derivados das antocianidinas), substâncias da classe dos flavonoides, responsáveis pelas cores: azul, violeta, vermelho e rosa de flores e frutas

As antocianinas podem também ser utilizadas como indicadores naturais de pH, elas possuem como substâncias ativas, responsáveis pela mudança de coloração.

As antocianinas são pigmentos naturais de plantas, solúveis em água e pertencentes à classe de compostos fenólicos conhecidos como flavonoides.

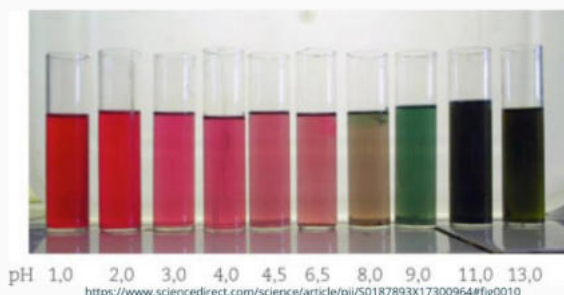


<https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>

HIBISCO



O Hibisco, de nome científico *Hibiscus sabdariffa* L., possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sendo empregado para fins medicinais e alimentares. As flores são fonte de antocianinas.



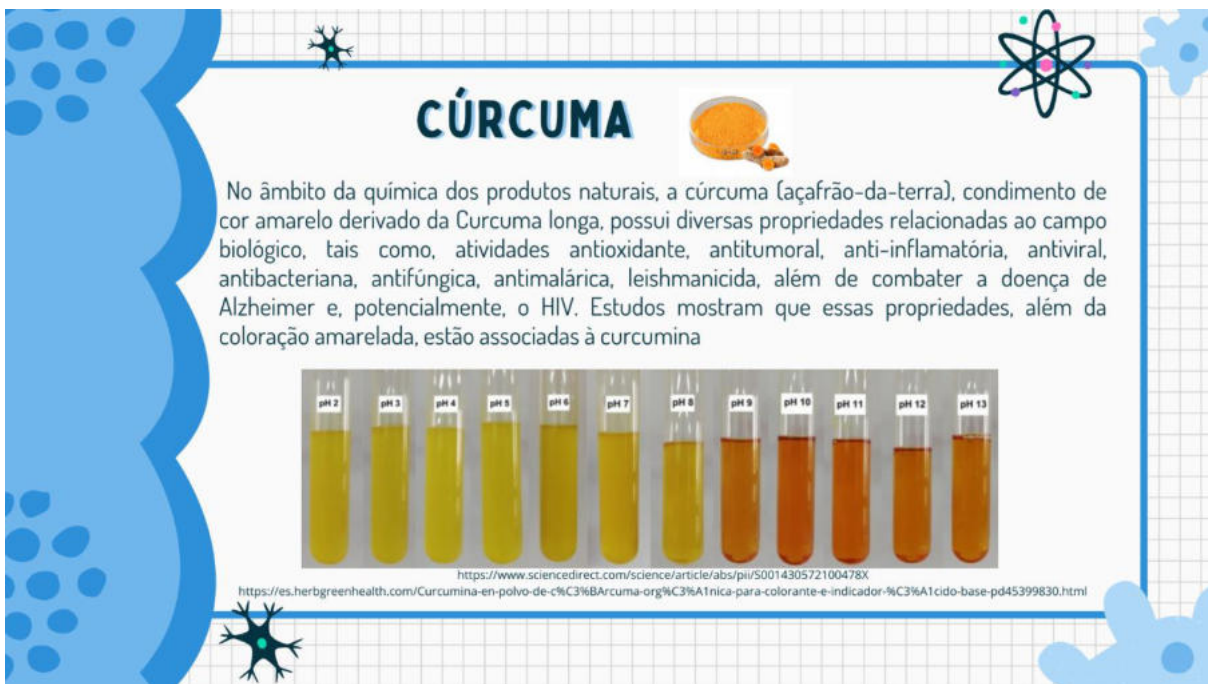
FEIJÃO-PRETO



As antocianinas também são responsáveis pelo pigmento azul presente no feijão.



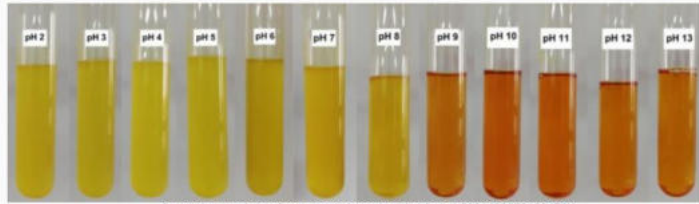
<https://www.scielo.br/j/qn/a/G6dGpJMtqz6857GTdLt3sc/#>; <https://www.ingredientesonline.com.br/feij-o-preto-500-g-vapza>



CÚRCUMA



No âmbito da química dos produtos naturais, a cúrcuma (açafrão-da-terra), condimento de cor amarelo derivado da *Curcuma longa*, possui diversas propriedades relacionadas ao campo biológico, tais como, atividades antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória, antiviral, antibacteriana, antifúngica, antimalárica, leishmanicida, além de combater a doença de Alzheimer e, potencialmente, o HIV. Estudos mostram que essas propriedades, além da coloração amarelada, estão associadas à curcumina



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001430572100478X>
<https://es.herbgreenhealth.com/Curcuma-en-pollo-de-c%C3%B8Arcuma-org%C3%A1nica-para-colorante-e-indicador-%C3%A1cido-base-pd45399830.html>



C.E. JOSÉ VERÍSSIMO / C.E. IMPERIAL

OFICINA:
COLORINDO A QUÍMICA COM OS
CORANTES NATURAIS!

PROFESSORA: MONIQUE
TURMA: 2º ANO DO ENSINO MÉDIO
ENCONTRO 1 - AULA TEÓRICA



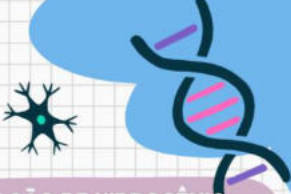


INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

As Interações Intermoleculares estão intimamente relacionadas com as propriedades termodinâmicas de líquidos sólidos e gases. Logo, o entendimento de tais forças intermoleculares é de extrema relevância se quisermos entender o comportamento de sistemas químicos a nível molecular.



TIPOS DE INTERAÇÕES



INTERAÇÕES IÔNICAS

São interações eletrostáticas fortes que ocorrem entre cátions e ânions.
Ex: NaCl

INTERAÇÕES DO TIPO DIPOLO-DIPOLO

São interações onde os dipolos presentes em ligações que não se anulam.
Ex: C₃H₆O

LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

São interações, onde uma ligação de hidrogênio requer que os átomos sejam eletronegativos (como por exemplo N, O e F)
Ex: H₂O

INTERAÇÕES DO TIPO DIPOLO-PERMANENTE-DIPOLO-INDUZIDO

São interações onde os dipolos presentes em ligações que se anulam.
Ex: CF₄



TIPOS DE INTERAÇÕES

INTERAÇÕES DE DISPERSÃO

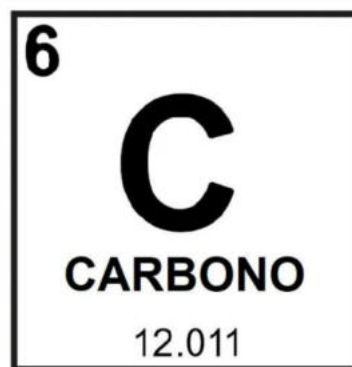
Os hidrocarbonetos são exemplos desse tipo de interação, estes compostos possuem somente ligações do tipo C-C e C-H. Uma vez que a diferença entre a eletronegatividades dos átomos de carbonos e hidrogênio é pequena.



QUÍMICA ORGÂNICA

Segundo Friedrich August Kekulé (em 1858) propôs o conceito, segundo o qual Química Orgânica é a química dos compostos do carbono.

O átomo de carbono apresenta particularidades que o tornam diferente de todos os demais elementos, esse fato foi percebido na metade do século XIX, inicialmente por Kekulé, e possibilitou uma melhor compreensão da estrutura das substâncias orgânicas.

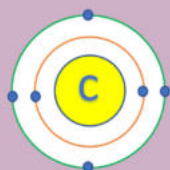


<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/carbono.htm>

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CARBONO

ELE É TETRAVALENTE

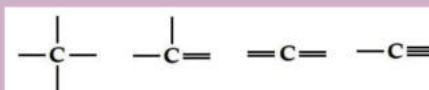
O carbono tem quatro elétrons em sua última camada, para adquirir a estabilidade precisa de mais 4 ligações.



<https://vestibulares.estrategia.com/portal/materias/quimica/distribuicao-eletronica/>

FORMA LIGAÇÕES MÚLTIPLAS

O carbono pode fazer ligações, simples, duplas ou triplas.

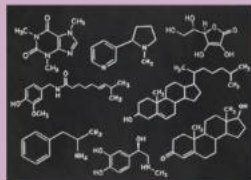


<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/carbono.htm>

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CARBONO

LIGA-SE COM VÁRIAS CLASSES DE ELEMENTOS

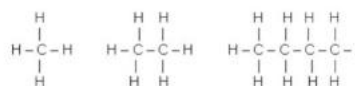
O Carbono pode se ligar com elementos eletropositivos (como o Hidrogênio) e os elementos eletronegativos (como o oxigênio).



<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/cadeias-carbonicas-suas-classificacoes.htm>

FORMA CADEIAS

O carbono tem uma capacidade extraordinária de se ligar-se a outros átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, etc, formando encadeamento.



<https://www.socimica.com.br/conteudos/em/introducaoquimicaorganica/p2.php>



FUNÇÕES ORGÂNICAS

Com as diversas possibilidades de arrumação dos átomos de carbono, torna-se cada vez mais claro por que o número de compostos orgânicos é tão grande, atualmente são conhecidos mais de 15 milhões de compostos.

Os compostos orgânicos são divididos em grupos de acordo com suas características, pelos quais são chamados de funções orgânicas.

Em 1892 em um Congresso Internacional, em Genebra, os químicos presentes neste congresso, resolveram iniciar a racionalização da nomenclatura orgânica, e após várias reuniões internacionais surgiu a denominada nomenclatura IUPAC. (sigla da International Union of Pure and Applied Chemistry).

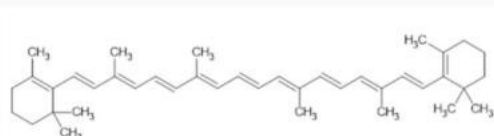


PRINCIPAIS FUNÇÕES ORGÂNICAS



HIDROCARBONETOS

Substâncias que apresentam carbono e hidrogênios em sua estrutura.



Fórmula estrutural do Betacaroteno

Exemplo de hidrocarboneto do cotidiano (gás de cozinha)

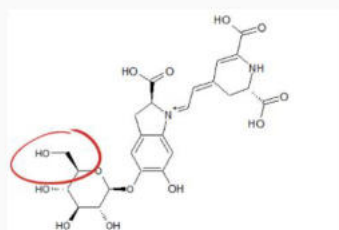


<https://clubedaquimica.com/2021/02/11/nossos-hidrocarbonetos-do-dia-a-dia/>

ÁLCOOL

Álcoois são compostos orgânicos contendo um ou mais grupos hidroxila (OH) ligados diretamente a átomos de carbonos saturados.

R-OH



Fórmula Estrutural Betanina

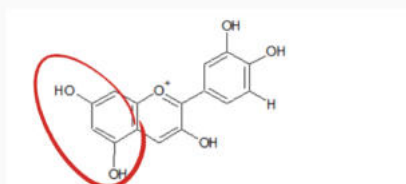
Exemplo de Álcool do cotidiano (etanol)



<https://revistacarro.com.br/afinal-o-correto-e-falar-etanol-ou-alcool/>

FENÓIS

Fenóis são compostos orgânicos com uma ou mais hidroxilas ligadas diretamente ao anel aromático.



Fórmula Estrutural delphinidina-3-O-glucosideo

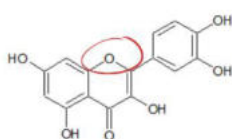
Exemplo de fenol do cotidiano a hidroquinona (um antioxidante)



<https://www.preparaenem.com/quimica/a-presenca-dos-fenolis-no-cotidiano.htm>

ÉTER

Éteres são todos os compostos nos quais o oxigênio está ligado a dois grupos alquila ou arila.



Fórmula Estrutural Quercetina

Exemplo de éter, o éter etílico (um anestésico)

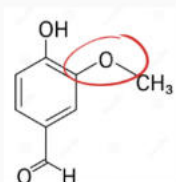


<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/apuntes-cientificos/origen-cirurgia-sin-dolor-comienzos-anestesia/>

ALDEÍDO

Aldeídos são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional que é denominado aldóxila, ou metanoila.

-CHO



Fórmula estrutural da Vanilina

Exemplo de aldeído do cotidiano a vanilina (essência de baunilhas)

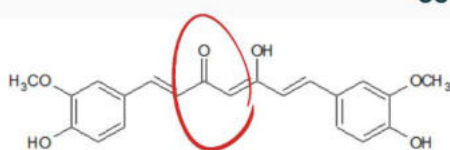


<https://www.supermercadoditao.com.br/biscoito-e-confeitaria/ingredientes-culinarios/essencia-dr-oetker-baunilha-30-ml>

CETONA

Cetona são compostos orgânicos que possuem o grupo funcional denominado de carbonila.

-CO-



Fórmula Estrutural da Curcumina

Exemplo de cetona do cotidiano (acetona)

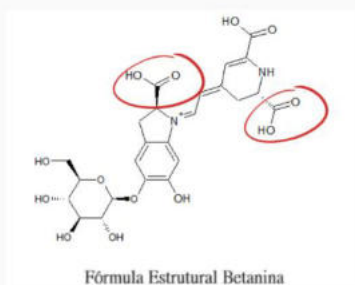


<https://www.lavagnoli.com.br/62292-acetona-farmax-100ml/p>

ÁCIDO CARBOXÍLICO

Ácidos Carboxílicos são compostos orgânicos com um ou mais grupos denominados carboxila (carbonila + hidroxila).

-COOH



Fórmula Estrutural Betanina

Exemplo de ácido carboxílico do cotidiano (vinagre)

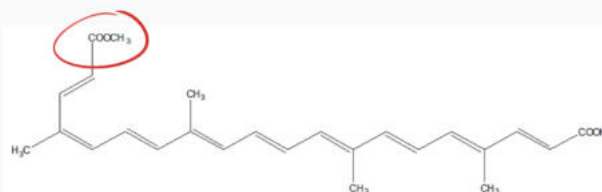


<https://www.cenourao.com.br/produto/624510-vinagre-de-alcool-colorido-castelo-750ml/>

ÉSTER

Ésteres são derivados de ácidos carboxílicos, são resultantes da reação entre um álcool e um ácido carboxílico.

R-COO-R



Fórmula Estrutural da Bixina

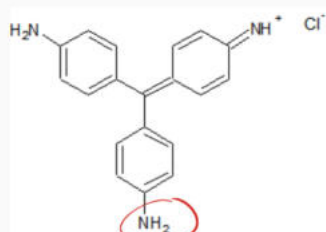
Exemplo de éster do cotidiano o aspartame (um adoçante)



<https://www.amazon.com.br/Zero-Cal-Aspartame-100ml/dp/B005WWM3KQ>

AMINA

Aminas são compostos derivados teoricamente do NH_3 , pela substituição de dois ou mais hidrogênios por grupos alquila ou arila R-NH_2



Fórmula Estrutural da Fucsina Básica

Exemplo de amina do cotidiano, a tartrazina (corante amarelo)

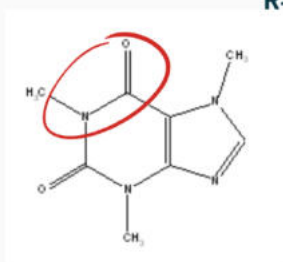


<https://sensationfoodcolors.com/pt-br/tendencias-de-mercado/discussao-sobre-projeto-de-lei-para-proibir-tartrazina-nos-alimentos/>

AMIDA

Amidas são compostos derivados teoricamente NH_3 e do ácido carboxílico, pela substituição de dois ou três radicais acilas.

R-CONH_2



Fórmula estrutural da Cafeína

Exemplo de amida do cotidiano, a cafeína



<https://veja.abril.com.br/saude/saiba-quando-o-caffe-faz-bem-ou-faz-mal-ao-coracao>



ACHEI INTERESSATE :

A curcumina:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/7FvJJZSSRNvrfT7bQ5R6NL/?lang=pt&format=html>

As Antocianinas:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/G6dGpjMtbqz6B57GTdLt3sc/>
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19617>



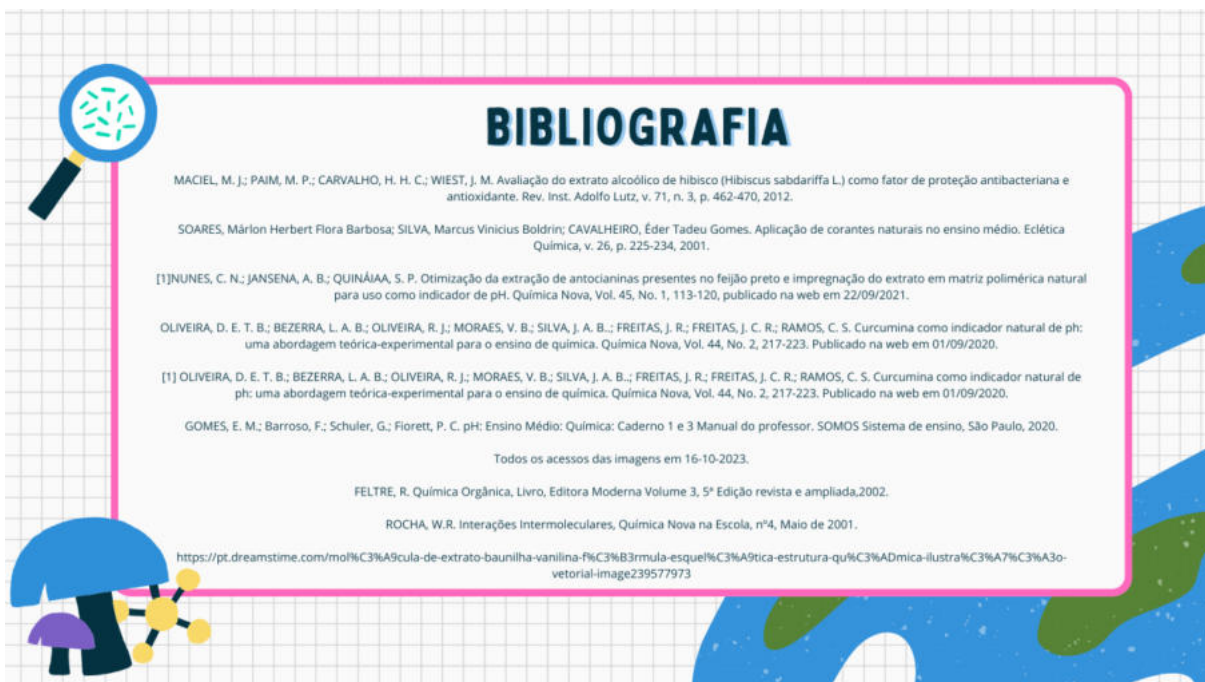
SAIBA MAIS SOBRE OS CORANTES NATURAIS






<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a07.pdf?agreq=indicadores%20de%20pH&agrep=jbcs,qn,qnesc,qnint,rvg>

http://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol25No4_684_25.pdf



7.2. APÊNDICE B – BILHETES

Bilhete 1

- *Instruções para próxima aula*

Para o nosso segundo encontro ficará na responsabilidade de cada grupo, trazer os seguintes itens:

Grupo 1 – 100 g de açafrão da terra em pó

Grupo 2 – 200 g de beterraba

Grupo 3 – 1 repolho roxo

Grupo 5 – 30g de sementes frescas de urucum

Grupo 4 – 100 g de chá de hibisco

Grupo 6 – 40 g de cascas de cebola roxa

Grupo 7 – 40 g de cascas de cebola amarela

Grupo 8 – 1 kg de feijão

OBS 1: Todos os itens solicitados são comercializados em supermercados ou hortifrutis, o chá de hibisco pode ser encontrado em casa de produtos naturais e as sementes de urucum em plantações residenciais.

Preparo do tecido para a fixação dos corantes (Mordentes)

- PROCEDIMENTO DE FIXAÇÃO: Pesar o tecido, colocá-lo em um béquer de 2 L e adicionar água até cobri-lo completamente. Em seguida, adicionar 10% de alúmen de potássio (pedra Hume) em relação ao peso do tecido. Após essa etapa, colocar o béquer sobre a placa de aquecimento ligada e aguardar a solução atingir a temperatura de ebulição, mantendo-a durante 40 minutos. Por fim, retirar o tecido do béquer e torcer. Após este procedimento o tecido estará pronto para o tingimento.

Bilhete 2

• *Instruções para próxima aula*

Para o *Tie Dye*, nosso terceiro encontro, cada aluno deverá ser responsável por trazer uma peça de roupa branca de sua preferência, como camisetas, blusas, meias, laços de cabelo etc., estes tecidos precisam ser 100% algodão.

A peça de roupa deverá ser devidamente lavada em casa, para a limpeza da fibra (um procedimento chamado Purga), seguindo as instruções abaixo:

PURGA...

1º Passo – Pesar o tecido e anotar o valor.

2º Passo – Colocar o tecido em uma panela grande e adicionar água até cobrir totalmente o tecido.

3º Passo – Adicionar, na panela juntamente com a água e o tecido, 10% do peso do tecido em detergente NEUTRO, caso não tenha uma balança para pesar o tecido, coloque o detergente com a medida de uma tampinha de garrafa pet de detergente neutro.

4º Passo – Colocar a panela no fogo e esperar a água levantar fervura, após levantar fervura, desligar o fogo e deixar a água atingir a temperatura ambiente (peça o auxílio de um adulto).

5º Passo – Lavar o tecido em água corrente.

6º Passo – Deixar o tecido secar.

Após esses passos, a fibra do tecido estará devidamente limpa.

Bilhete 3

• *Instruções para a lavagem do tecido*

- Não lavar a roupa na máquina com outras roupas, dê preferência lavar a mão;
- Lavar o tecido com detergente neutro (preferencialmente) ou com sabão líquido neutro;
- Adicionar um pouco de cloreto de sódio (sal de cozinha) na água.

Você participou da Oficina Colorindo a Química com os corantes naturais!

CEJV-2023

7.3. APÊNDICE C – ROTEIRO DO EXPERIMENTO

Experimento 1 - Método para Extração de corante do AÇAFRÃO DA TERRA



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

PROCEDIMENTO 1	PROCEDIMENTO 2
60 g de açafrão da terra picado <i>in natura</i> 200 mL de álcool 96% Béquer (600 mL e 100 mL) Proveta (200 mL) Placa de aquecimento Peneira (10 cm) Balança	60 g de açafrão da terra em pó 200 mL de álcool 96% 200 mL de água Béquer (600 mL) Proveta (200 mL) Placa de aquecimento Funil de vidro (120 mm) Papel de filtro 102 Balança

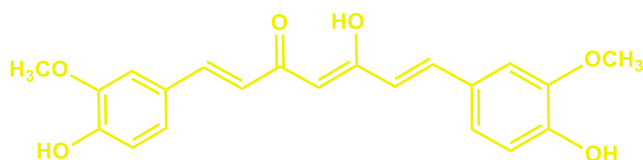
❖ PROCEDIMENTO

PROCEDIMENTO 1: Em um béquer de 600 mL colocar 60 g de açafrão da terra *in natura* picado e adicionar 150 mL de etanol 96%. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, passar a solução por uma peneira, transferindo-a para um béquer de 100 mL para obtenção de aproximadamente 40 mL de uma solução de cor amarela. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

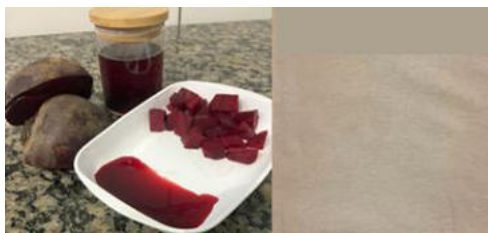
PROCEDIMENTO 2: Em um béquer de 600 mL, colocar 60 g de açafrão da terra em pó e adicionar uma mistura de 200 mL de água quente e 200 mL de álcool 96%. Manter a mistura em repouso por 1 hora, e em seguida, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 600 mL para obtenção de aproximadamente 350 mL de solução amarela. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE O AÇAFRÃO DA TERRA

- Nome científico: *Curcuma longa* L.
- Campo biológico: É antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória, antiviral, antibacteriana, antifúngica, antimalárica, além de combater a doença de Alzheimer.
- Corante natural: A curcumina é o composto majoritário da cúrcuma, responsável pela coloração amarela.
- Funções orgânicas presentes na curcumina: Alceno, fenol, enol, éter e cetona
- Estrutura química da curcumina:



Experimento 2 - Método para extração de corante da BETERRABA



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

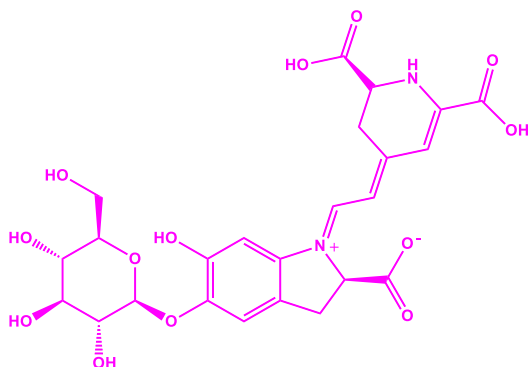
100 g de beterraba *in natura* picada
 Béquer (600 mL)
 Proveta (500 mL)
 300 mL de água
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Peneira (10 cm)
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

Em um béquer de 600 mL, colocar 100 g de beterraba *in natura* picada e adicionar 300 mL de água. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, passar a solução por uma peneira, transferindo-a para um béquer de 250 mL, para obtenção de aproximadamente 200 mL de uma solução de cor vermelha. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE A BETERRABA

- Nome científico: *Beta vulgaris* L.
- Campo biológico: Exibe atividade antioxidante, logo o consumo regular de beterraba na dieta pode fornecer proteção contra certos distúrbios relacionados ao estresse oxidativo em humanos e também melhorar a digestão e a qualidade do sangue.
- Corante natural: As substâncias que dão cor ao extrato da beterraba são as betalainas, que consistem em betacianinas (vermelho) e betaxantinas (amarelo). A principal betacianina na beterraba é a betanina.
- Funções orgânicas presentes na betanina: Alceno, acetal, ácido carboxílico, álcool, amina e fenol.
- Estrutura química da betanina:



Experimento 3 - Método para extração de corante do REPOLHO ROXO



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

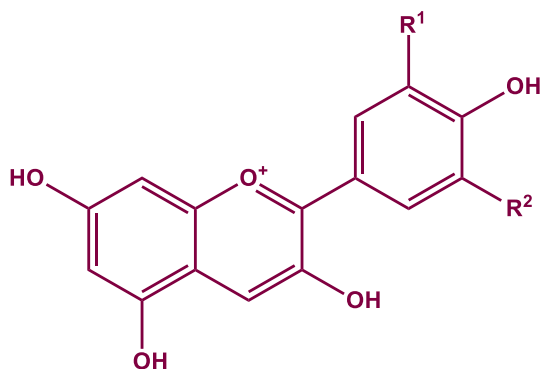
60 g de repolho roxo *in natura* picado
 Béquer (600 mL)
 Proveta (200 mL)
 150 mL de água
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Peneira (10 cm)
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

Em um béquer de 600 mL, colocar 60 g de repolho roxo *in natura* e adicionar 150 mL de água. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, passar a solução por uma peneira, transferindo-a para um béquer de 100 mL, para obtenção de aproximadamente 45 mL de uma solução de cor lilás. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE O REPOLHO ROXO

- Nome científico: *Brassica oleracea* L. var. *Capitata* f. *rubra*
- Campo biológico: Previne doenças cardiovasculares, câncer e doenças neurodegenerativas, assim como a maioria dos alimentos com alto potencial antioxidante.
- Corante natural: As antocianinas, classe dos flavonoides, são responsáveis pela coloração lilás do repolho roxo.
- Funções orgânicas presentes na estrutura genérica das antocianidinas: Fenol.
- Estrutura química genérica das antocianidinas:



Experimento 4 - Método para extração de corante do URUCUM



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

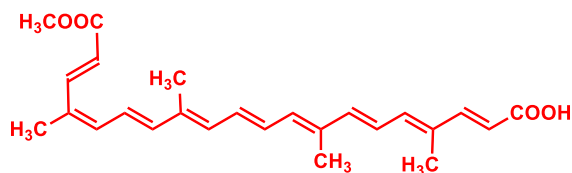
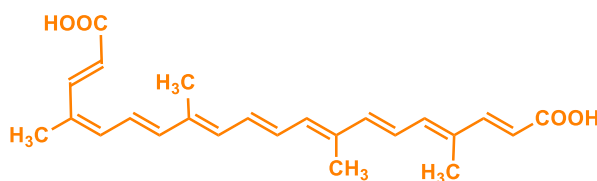
30 g de sementes de urucum *in natura*
 Béquer (600 mL e 250 mL)
 Proveta (200 mL)
 150 mL de álcool 96%
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Funil de vidro (120 mm)
 Papel de filtro 102
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

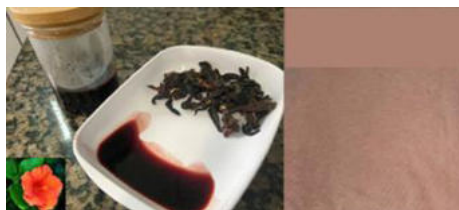
Em um béquer de 250 mL, colocar 30 g de sementes de urucum *in natura* e adicionar 150 mL de etanol 96%. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 250 mL, para obtenção de aproximadamente 40 mL de uma solução de cor laranja. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE O URUCUM

- Nome científico: *Bixa orellana* L.
- Campo biológico: É rico em antioxidantes, que ajudam a neutralizar moléculas, que podem danificar as células e levar ao desenvolvimento de doenças crônicas, como câncer, distúrbios cerebrais, doenças cardíacas e diabetes, ajuda a combater o câncer, faz bem para os olhos e pode reduzir inflamações.
- Corante natural: As substâncias responsáveis pela coloração laranja do extrato de urucum são os carotenoides bixina e norbixina, sendo a bixina (vermelha) a substância majoritária, enquanto a norbixina (amarela) encontra-se em pequenas quantidades.
- Funções orgânicas presentes na norbixina e bixina: Alceno, ácido carboxílico e éster (este último apenas para bixina).
- Estruturas químicas da norbixina e bixina, respectivamente:



Experimento 5 - Método para extração de corante do HIBISCO



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

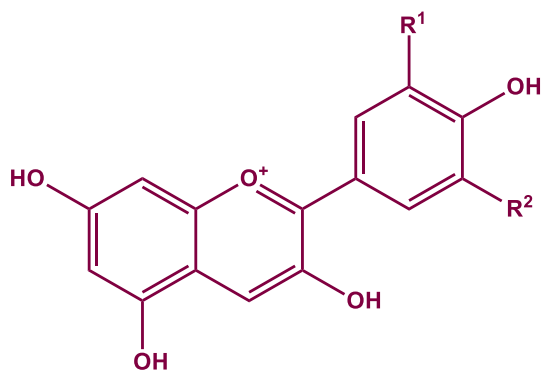
60 g de flores de hibisco dessecada
 Béquer (250 mL)
 Proveta de 200 mL
 150 mL de água
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Funil de vidro (120 mm)
 Papel de filtro 102
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

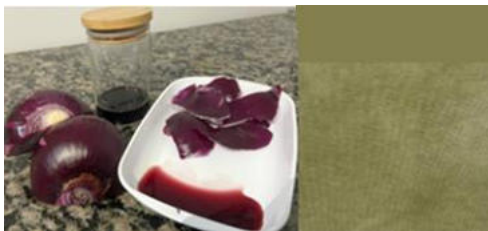
Em um béquer de 250 mL, colocar 60 g de pétalas dessecadas da flor de hibisco e adicionar 150 mL de água. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 250 mL, para obtenção de aproximadamente 40 mL de uma solução de cor vermelha. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização

❖ CURIOSIDADES SOBRE O HIBISCO

- Nome científico: *Hibiscus sabdariffa* L.
- Campo biológico: Possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sendo empregado para fins medicinais e alimentares.
- Corante natural: As flores são fonte de antocianidinas, responsáveis pela coloração vermelha do hibisco.
- Funções orgânicas presentes na estrutura genérica das antocianidinas: Fenol.
- Fórmula Estrutural genérica de antocianidinas:



Experimento 6 - Método para extração de corante das cascas de CEBOLA ROXA



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

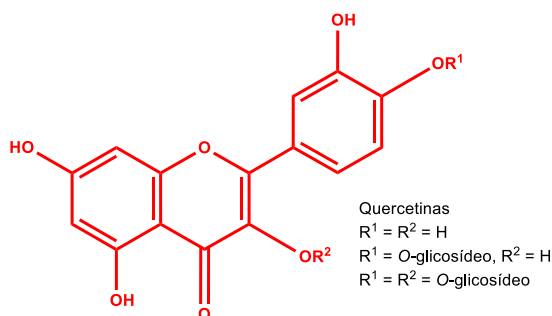
17 g de cascas de cebola roxa *in natura*
 Béquero (600 mL e 100 mL)
 Proveta (200 mL)
 150 mL de água
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Peneira (10 cm)
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

Em um béquer de 600 mL, colocar 17 g de casca de cebola roxa *in natura* e adicionar 150 mL de água. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 100 mL, para obtenção de aproximadamente 50 mL de uma solução de cor vinho. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e refrigerada para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE A CEBOLA ROXA

- Nome Científico: *Allium cepa* L.
- Campo biológico: A cebola é a principal fonte de quercetina na dieta humana, ela age como um agente antioxidante no organismo, reduzindo os riscos de se desenvolver certos tipos de câncer e doenças cardiovasculares.
- Corante natural: A casca da cebola contém quercetinas, flavonóis presentes em diversas plantas, alimentos e produtos, como sucos, chás e vinhos, responsável pela coloração vermelha. No entanto, em pH básico é possível obter uma coloração verde a partir das cascas de cebola roxa.
- Funções orgânicas presentes na quercetina: Fenol, éter, cetona e enol (apenas quando $R^2 = H$).
- Estrutura química da quercetina:



Obs: Para obter a coloração verde, colocar no processo de tingimento 10% de alúmen de potássio (pedra hume) em relação ao peso do tecido que será tingido.

Experimento 7 - Método para extração de corante das cascas de CEBOLA AMARELA



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

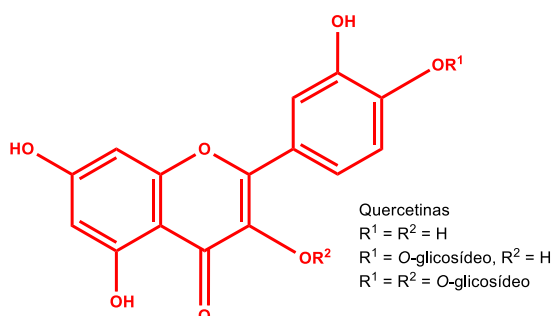
15 g in natura de cascas de cebola amarela
 Béquer (600 mL e 100 mL)
 Proveta (200 mL)
 150 mL de água
 Placa de aquecimento
 Vidro de relógio (90 mm)
 Peneira (10 cm)

❖ PROCEDIMENTO

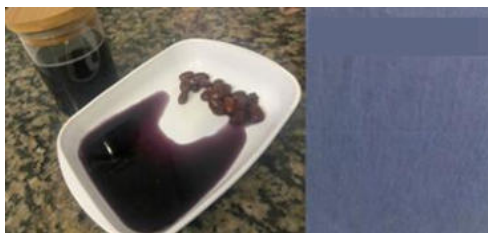
Em um béquer de 600 mL, colocar 15 g de casca de cebola amarela *in natura* e adicionar 150 mL de água destilada. Em seguida, cobrir com um vidro de relógio e aquecer até o ponto de ebulição da água por 40 minutos, utilizando uma placa de aquecimento. Após o período de aquecimento, remover o béquer do aquecimento e manter a mistura em repouso até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, filtrar o meio, transferindo-o para outro béquer de 100 mL, para obtenção de aproximadamente 50 mL de uma solução de cor laranja-amarronzada. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE A CEBOLA AMARELA

- Nome científico: *Allium cepa* L.
- Campo biológico: A cebola é a principal fonte de quercetina na dieta humana, ela age como um agente antioxidante no organismo, reduzindo os riscos de se desenvolver certos tipos de câncer e doenças cardiovasculares.
- Corante natural: A casca da cebola contém quercetinas, flavonóis presentes em diversas plantas, alimentos e produtos, como sucos, chás e vinhos, responsável pela coloração laranja amarronzada.
- Funções orgânicas presentes na quercetina: Fenol, éter, cetona e enol (apenas quando $R^2 = H$).
- Estrutura química da quercetina:



Experimento 8 - Método para extração de corante do FEIJÃO PRETO



❖ MATERIAL UTILIZADO NA EXTRAÇÃO

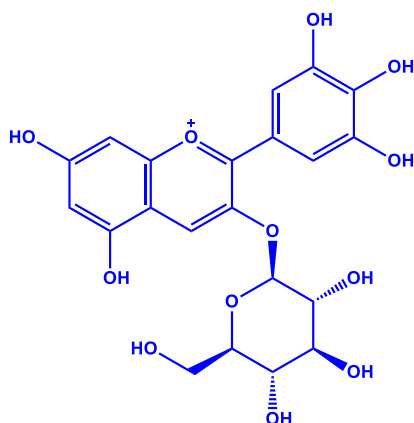
0,5 Kg de feijão *in natura*
 Béquer de 2 L
 Proveta de 500 mL
 1 L de água destilada
 Peneira (18 cm)
 Balança

❖ PROCEDIMENTO

Em um béquer de 2 L, colocar 0,5 kg de feijão preto *in natura* e 1 L de água destilada. Em seguida, manter a mistura em repouso por 1 hora. Posteriormente, passar a solução por uma peneira, transferindo-a para outro béquer de 2 L, para obtenção de aproximadamente 1 L de uma solução de cor azul-arroxeadada. Por fim, transferir a solução para uma garrafa de plástico (PET) envolvida com papel alumínio e armazená-la em geladeira para posterior utilização.

❖ CURIOSIDADES SOBRE O FEIJÃO PRETO

- Nome científico: *Phaseolus vulgaris*.L.
- Campo biológico: É um dos principais alimentos proteicos do povo brasileiro, indicado na prevenção e no tratamento de distúrbios cardíacos, diabetes mellitus, obesidade e câncer.
- Corante natural: As antocianinas e antocianidinas são responsáveis pela cor azul presente no extrato do feijão, sendo a delfinidina-3-*O*-glicosídeo o componente majoritário.
- Funções orgânicas presentes na delfinidina-3-*O*-glicosídeo: Fenol, acetal, álcool.
- Estrutura química da delfinidina-3-*O*-glicosídeo:



7.4.APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO

OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professor(a): _____

Escola: _____

Aluno(a): _____ Série: _____ Turma: _____

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: _____

2. Marque a opção que indica alguns dos processos de separação de misturas, utilizados na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
- b) Extração, Peneiração e Filtração.
- c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
- d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

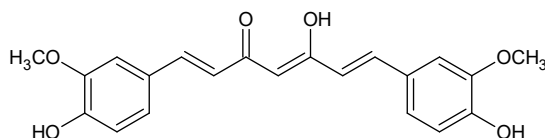
3. Qual a coloração adquirida pelo extrato de repolho roxo em solução alcalina? E em solução ácida?

R: _____

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

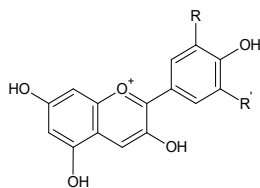
- () Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
- () Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
- () Os corantes naturais são de origem inorgânica.
- () Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
- () O uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:



- a) Enol, amina e amida.
- b) Ácido carboxílico, amida e éter.
- c) Fenol, éter e cetona.
- d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianidinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianidina e este solvente?

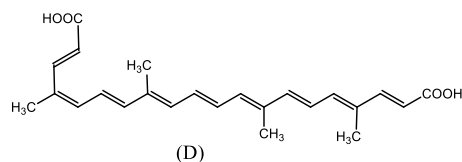
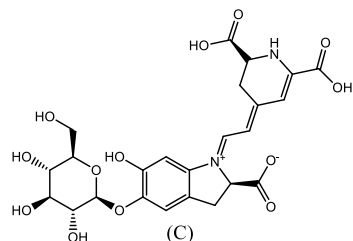
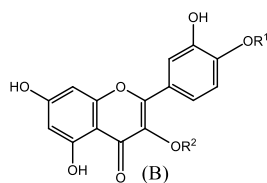
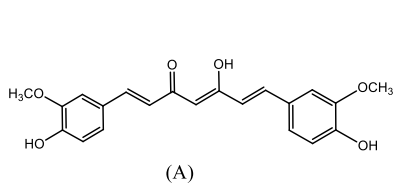


R: _____

7. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

- Verde, amarelo, laranja e rosa.
- Laranja, verde, rosa e amarelo.
- Rosa, laranja, amarelo e verde.
- Amarelo, rosa, verde e laranja.

8. Relacione as estruturas com as substâncias:



- () Estrutura da Quercetina (cebola)
- () Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
- () Estrutura da Betanina (beterraba)
- () Estrutura da Norbixina (urucum)

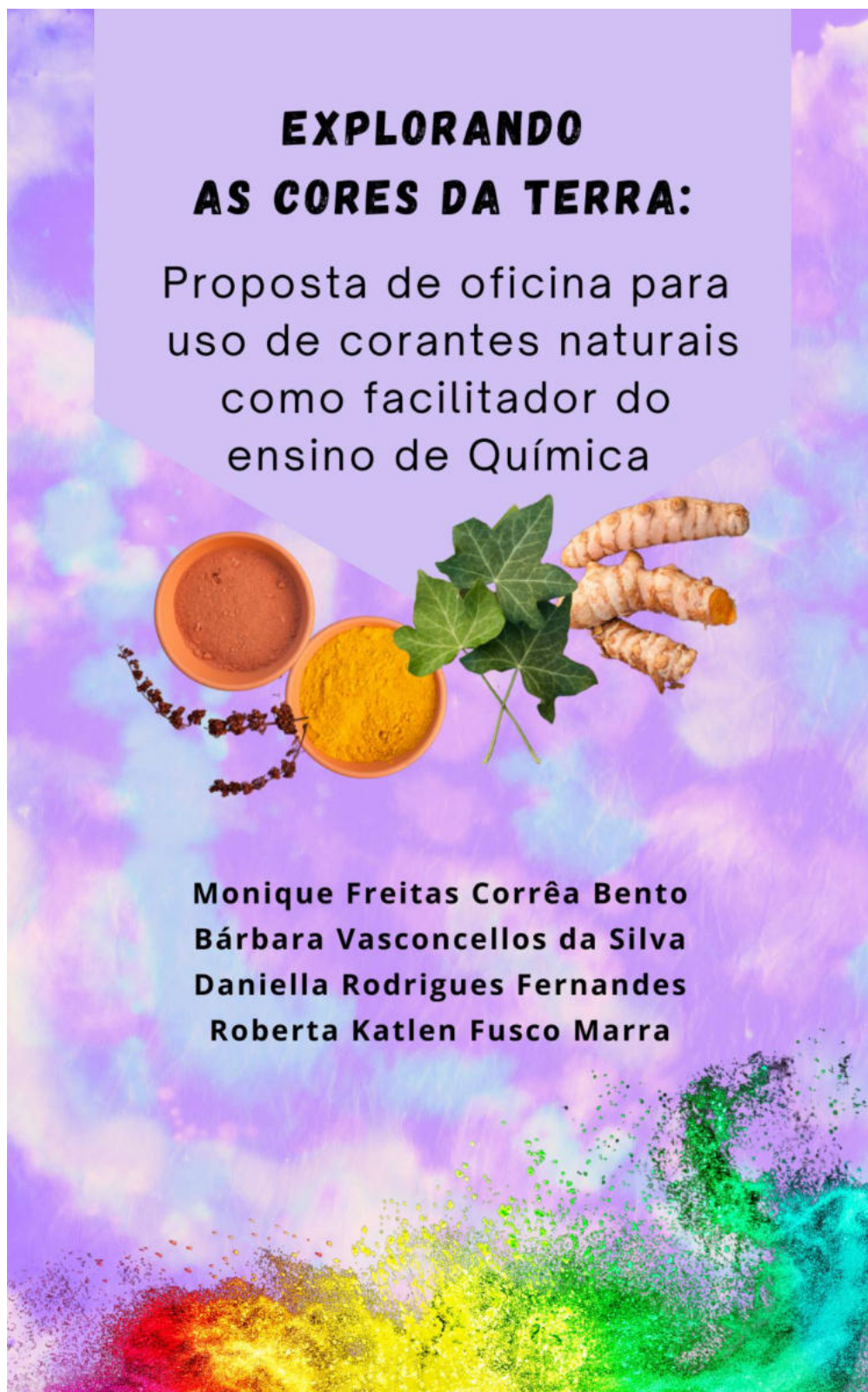
9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: _____

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: _____

7.5.APÊNDICE E – CAPA DO *E-BOOK*: EXPLORANDO AS CORES DA TERRA:
O USO DE CORANTES NATURAIS COMO FACILITADOR DO ENSINO DE
QUÍMICA



7.6. APÊNDICE F – ALGUNS EXEMPLOS DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM REALIZADA PELOS ALUNOS

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento
 Escola: CEI -> Centro Educacional Imperial
 Aluno: Am Buly Chelito Chelito Série: 1º Turma: A-1F

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?
 R: Utilizados na pintura rupestre, na arte, na religião, etc.

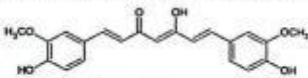
2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

a) ☐ Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
 b) ☒ Extração, Peneiração e Filtração.
 c) ☐ Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) ☐ Flotação, Separação Magnética e Extração.

3. O que são indicadores de pH?
 R: São moléculas que dependendo da sua cor indicam se a substância é básica, ácida ou neutra.

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:
 (V) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
 (V) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
 (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
 (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
 (V) Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

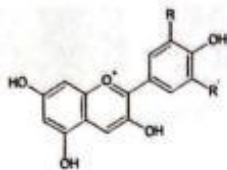


a) ☐ Enol, amina e amida.
 b) ☐ Ácido carboxílico, Amida e éter.
 c) ☒ Fenol e éter e cetona.
 d) ☐ Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:
 a) ☐ Verde, amarelo, laranja e rosa.
 b) ☐ Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) ☐ Rosa, laranja, amarelo e verde.
 d) ☒ Amarelo, rosa, verde e laranja.

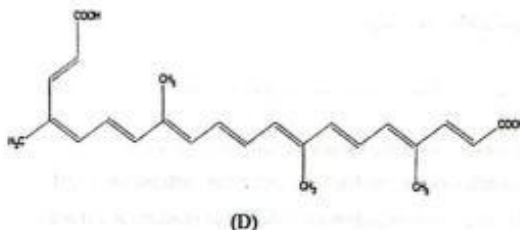
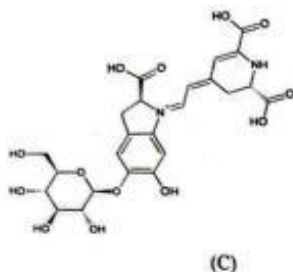
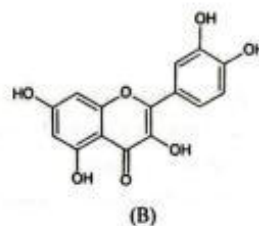
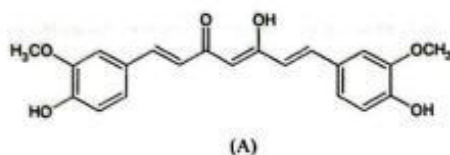
1

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?



R: álcool - dipolo - dipolo

8. Relacione as estruturas com as substâncias:



- (A) Estrutura da Quercetina (cebola)
 (C) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
 (B) Estrutura da Betanina (beterraba)
 (D) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: Podem contribuir uma vez que não poluem, não prejudicam a saúde e são sustentáveis.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: As aulas práticas onde fizemos o Lai-Pai serviu na compreensão sobre estrutura e sustentabilidade.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO

OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: Centro Educacional Imperial

Aluno: Arthur Voigt Fernandes

Série: 1º ano Turma: A

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: Eram usados para pinturas rupestres e rituais.

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
- b) Extração, Peneiração e Filtração.
- ☒ c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
- d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

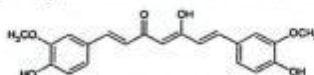
3. O que são indicadores de pH?

R: São medidores de acidez de acordo com o hidrogênio presente na substância

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- (V) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
- (V) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
- (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
- (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
- (V) Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

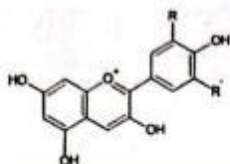


- a) Enol, amina e amida.
- b) Ácido carboxílico, Amida e éter.
- ☒ c) Fenol e éter e cetona.
- d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

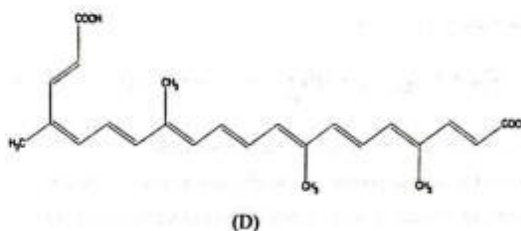
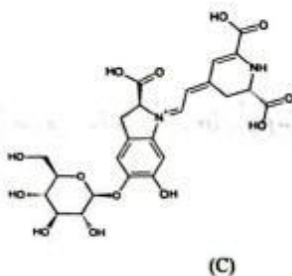
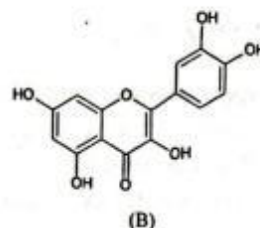
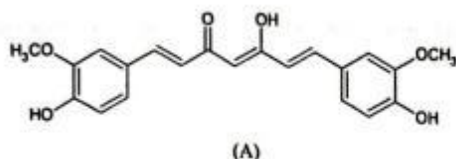
- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
- b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
- c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
- ☒ d) Amarelo, rosa, verde e laranja.

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?



R: A água, reagindo com os HO e OH presentes na molécula

8. Relacione as estruturas com as substâncias:



- (B) Estrutura da Quercetina (cebola)
 (D) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
 (C) Estrutura da Betanina (beterraba)
 (A) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: É uma boa alternativa para corantes, já que não polui o ambiente e pode ser encontrado e cultivado em larga escala

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: descobrir o pH dos corantes. Por conseguir visualizar na prática, a retenção e fixação do conteúdo se torna mais duradoura

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: CEI Guap

Aluno: Marcella Talarico

Série: 1ª A

Turma: _____

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: Para fazer pinturas em paredes

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
 b) Extração, Peneiração e Filtração.
☒ c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

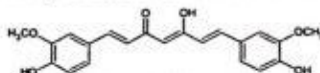
3. O que são indicadores de pH?

R: São indicadores que usamos para saber se o nível de acidez da substância
 (ou se é básico, ou ácido)

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- (V) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
 (V) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
 (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
 (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
 (V) Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

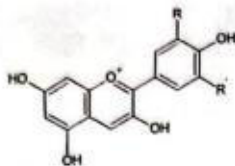


- a) Enol, amina e amida.
 b) Ácido carboxílico, Amida e éter.
☒ c) Fenol e éter e cetona.
 d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

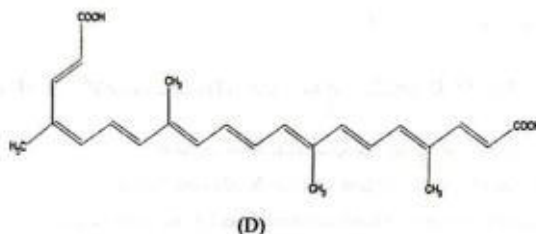
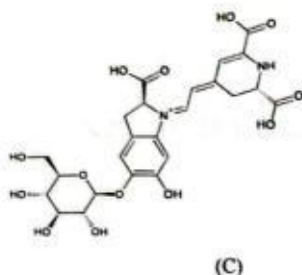
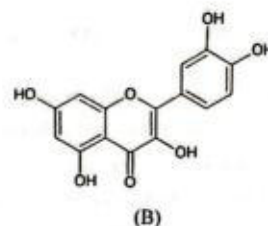
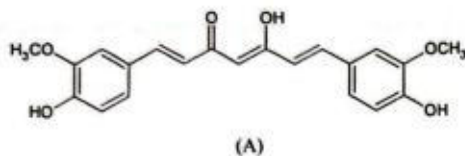
- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
 b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
☒ d) Amarelo, rosa, verde e laranja.

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?



R: Água.

8. Relacione as estruturas com as substâncias:



- (B) Estrutura da Quercetina (cebola)
 (D) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
 (C) Estrutura da Betanina (beterraba)
 (A) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: Os corantes naturais não fazem mal ao meio ambiente, diferente de muitos dos corantes industriais que usamos. Seria bem mais interessante ao mundo se tivesse mais prática dos corantes naturais.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Gostei de ver na prática os os corantes serem formados, ficou bem mais divertido e interessante a matéria.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: CEI

Aluno: Júlia Durban Tuão Lapa

Série: 2ª ano

Turma: _____

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: eram utilizados na arte rupestre, em pinturas

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
~~X~~ b) Extração, Peneiração e Filtração.
 c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

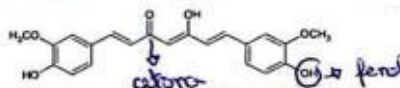
3. O que são indicadores de pH?

R: Indicam os níveis de pH - de ácido a básico

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- (V) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
 (V) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
 (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
 (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
 (N) Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:



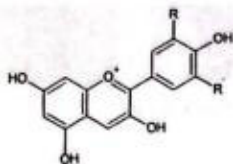
- a) Enol, amina e amida.
 b) Ácido carboxílico, Amida e éter.
~~X~~ c) Fenol e éter e cetona.
 d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
~~X~~ b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
 (d) Amarelo, rosa, verde e laranja.

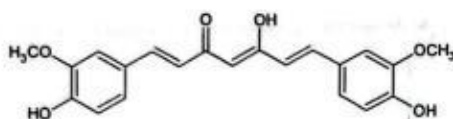
↳ certa

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?

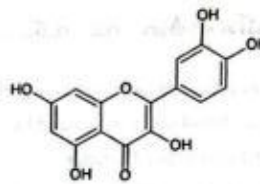


R: A interação molecular ~~fornece~~ dipolo - dipolo com solvente álcool e água.

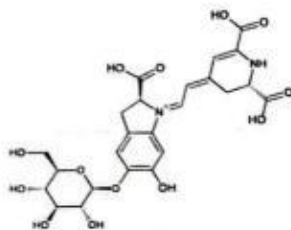
8. Relacione as estruturas com as substâncias:



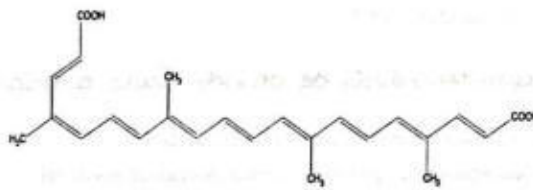
(A)



(B)



(C)



(D)

- (B) Estrutura da Quercetina (cebola)
(A) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
(C) Estrutura da Betanina (beterraba)
(D) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: O químico com ^{corante} ~~corante~~ natural ajuda na sustentabilidade no sentido em que ao ser retirada da natureza de forma orgânica, não causa danos (como os corantes industrializados causam na indústria alimentícia e descolora o meio ambiente).

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Gostei de colocar a mão na massa e pintar as peças de roupa, colocar química em algo do dia a dia chama a atenção do aluno. Colaborou para minha noção de solventes (água e álcool) nos corantes naturais.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: CEI - Guapimirim

Aluno: Sarah Leticia D. dos Santos

Série: 2ª EM Turma: _____

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: Para pinturas rupestres.

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
 b) Extração, Peneiração e Filtração.
~~c~~ c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

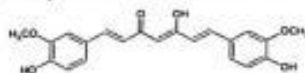
3. O que são indicadores de pH?

R: São indicadores que dizem se uma substância é básica, neutra ou ácida.

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- (V) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
 (V) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
 (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
 (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
 (V) Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

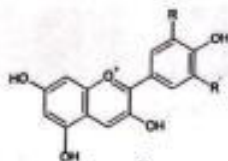


- a) Enol, amina e amida.
 b) Ácido carboxílico, Amida e éter.
~~c~~ c) Fenol e éter e cetona.
 d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

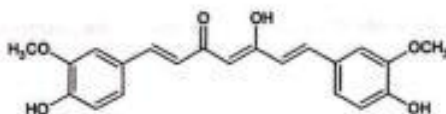
- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
 b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
~~d~~ d) Amarelo, rosa, verde e laranja.

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?

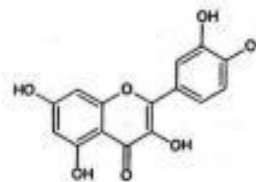


R: Alcool e água, ligação de hidrogênio

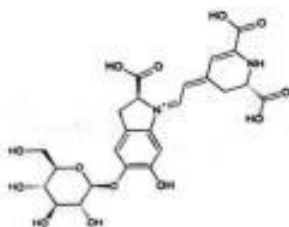
8. Relacione as estruturas com as substâncias:



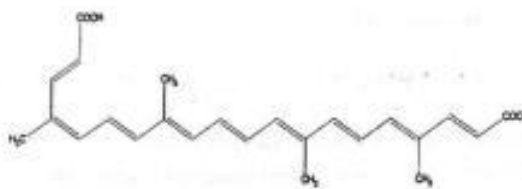
(A)



(B)



(C)



(D)

- (D) Estrutura da Quercetina (cebola)
(A) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
(C) Estrutura da Betanina (beterraba)
(B) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: Os corantes naturais são mais degradáveis.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Eu gostei da parte prática, quando fizemos os corantes.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO

OFICINA - Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: CEI - Quapiririm

Aluno: Helena Nóbil

Série: 2ª série Turma: 2000

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: Na forma de pinturas rupestres

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
☒ Extração, Peneiração e Filtração.
 c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

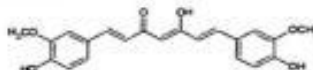
3. O que são indicadores de pH?

R: São substâncias que, em contato com outras, mudam de cor com base no pH

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- ☒ Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
☒ Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
☐ Os corantes naturais são de origem inorgânica.
☐ Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
☒ Os uso dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

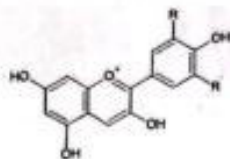


- a) Enol, amina e ~~amida~~.
 b) Ácido carboxílico, Amida e ~~éster~~.
☒ Fenol e éter e cetona.
 d) Sal orgânico, ~~haleto~~ orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

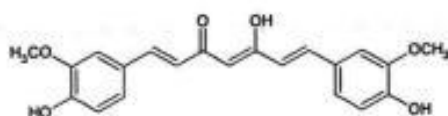
- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
 b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
☒ Amarelo, rosa, verde e laranja.

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?

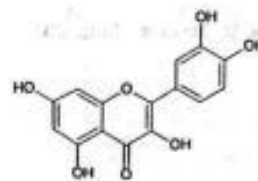


R: ~~Ácido clorídrico~~ Água de hidrogênio.

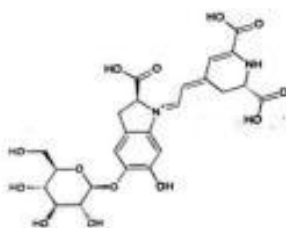
8. Relacione as estruturas com as substâncias:



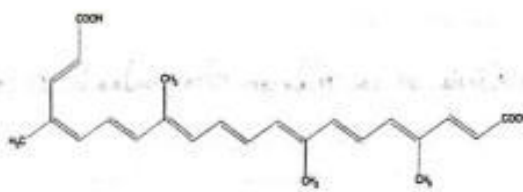
(A)



(B)



(C)



(D)

- (C) Estrutura da Quercetina (cebola)
 (A) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
 (B) Estrutura da Betanina (beterraba)
 (D) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: Se quisermos a partir de corantes naturais, ajuda menos o meio ambiente, por diminuir a prática do uso de corantes artificiais, diminuindo também a degradação do meio ambiente.

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: As conversas com colaboração de qualidade. Me fez aprender sobre a origem dos corantes orgânicos, que ajudam menos o meio ambiente.

QUESTIONÁRIO - RELAÇÃO ENSINO APRENDIZADO
OFICINA – Colorindo a Química com os corantes naturais!



Professora: Monique Freitas Corrêa Bento

Escola: João Veríssimo

Aluno: Difanny Alexandra

Série: 1^{ma}

Turma: 1003 em

1. Como os corantes naturais eram utilizados na pré-história?

R: Em pinturas rupestres

2. Marque a opção, que indica alguns dos processos de separação de misturas, que ocorrem na obtenção dos corantes naturais.

- a) Peneiração, Destilação Fracionada e Levigação.
☒ b) Extração, Peneiração e Filtração.
 c) Dissolução Fracionada, Filtração e Liquefação Fracionada
 d) Flotação, Separação Magnética e Extração.

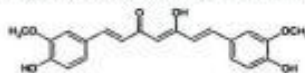
3. O que são indicadores de pH?

R: São as substâncias que na presença de alguma substância muda de cor

4. Sobre os corantes naturais, indique verdadeiro ou falso:

- (☒) Os corantes naturais podem ser considerados indicadores de pH.
 (v) Os corantes naturais podem ser obtidos pelo processo de extração.
 (F) Os corantes naturais são de origem inorgânica.
 (F) Os corantes naturais são extremamente tóxicos e agressivos ao meio ambiente.
 (v) Os usos dos corantes naturais não se restringem ao nosso século.

5. Marque a opção que indica as funções orgânicas presentes na molécula da curcumina:

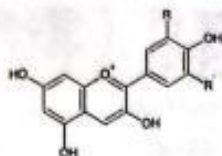


- ☒ a) Enol, amina e amida.
 b) Ácido carboxílico, Amida e éter.
 c) Fenol e éter e cetona.
 d) Sal orgânico, haleto orgânico e álcool.

6. Quais são as cores obtidas a partir da extração da curcumina, da betanina, da clorofila e da mistura da bixina e norbixina, respectivamente:

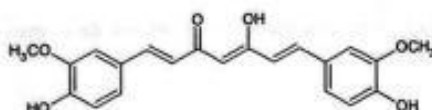
- a) Verde, amarelo, laranja e rosa.
 b) Laranja, verde, rosa e amarelo.
 c) Rosa, laranja, amarelo e verde.
☒ d) Amarelo, rosa, verde e laranja.

7. Qual solvente pode ser utilizado na extração das antocianinas? Qual interação intermolecular ocorre entre a antocianina e este solvente?

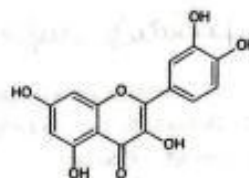


R: Água

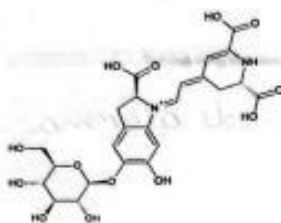
8. Relacione as estruturas com as substâncias:



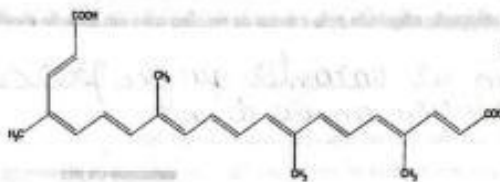
(A)



(B)



(C)



(D)

- (B) Estrutura da Quercetina (cebola)
(D) Estrutura da Curcumina (açafrão da terra)
(A) Estrutura da Betanina (beterraba)
(C) Estrutura da Norbixina (urucum)

9. Qual o seu olhar agora em relação à sustentabilidade e à Química? Como os corantes naturais podem contribuir com o meio ambiente?

R: Corantes não naturais são agressivos e por conta das substâncias acabam prejudicando o meio ambiente e os naturais são mais agressivos e não prejudica

10. Em poucas palavras o que você mais gostou na oficina? Como a prática colaborou com o seu aprendizado em Química?

R: Gostei mais da parte da pintura das lilas. as práticas me ajudam a compreender mais a matéria e aulas assim são mil vezes melhores