



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
EM QUÍMICA - PROFQUI**



MARIANA BARBOZA DA SILVA

**QUÍMICA E ARTE: CONSTRUINDO UMA INTERFACE DE ENSINO A PARTIR
DO ESTUDO DOS CORANTES NATURAIS**

MACEIÓ-AL
2022

MARIANA BARBOZA DA SILVA

**QUÍMICA E ARTE: CONSTRUINDO UMA INTERFACE DE ENSINO A PARTIR
DO ESTUDO DOS CORANTES NATURAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Helena Cardoso

MACEIÓ-AL
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de
Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586q Silva, Mariana Barboza da.
 Química e arte : construindo uma interface de ensino a partir do estudo dos
 corantes naturais / Mariana Barboza da Silva. – 2022.
 149 f. : il.

Orientadora: Silvia Helena Cardoso.
Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química e Biotecnologia,
Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Química em Rede
Nacional – PROFQUI, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 61-69.
Apêndice: f. 71-149.

1. Interdisciplinaridade. 2. Contextualização do conteúdo. 3. Avaliação do
material didático. 4. Química - Estudo e ensino. 5. Corantes e tingimento. I.
Título.

CDU: 372.854:667.5.03



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**



FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIANA BARBOZA DA SILVA

**QUÍMICA E ARTE: CONSTRUINDO UMA INTERFACE DE ENSINO A PARTIR
DO ESTUDO DOS CORANTES NATURAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Dissertação aprovada em 13 de dezembro de 2022.

COMISSÃO JULGADORA:

Documento assinado digitalmente
gov.br SILVIA HELENA CARDOSO
Data: 26/02/2023 17:12:13-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Dra. Silvia Helena Cardoso
Orientadora (UFAL)

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRE GUSTAVO RIBEIRO MENDONÇA
Data: 17/02/2023 21:32:42-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. André Gustavo Ribeiro Mendonça
Examinador interno
(IQB/PROFQUI – UFAL)

Documento assinado digitalmente
gov.br WILMO ERNESTO FRANCISCO JUNIOR
Data: 25/02/2023 11:27:38-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior
Examinador externo (UFAL)

Dedico

A Deus, aos meus amorosos pais e aos amigos
que me apoiaram durante esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado alcançar mais esta etapa da minha vida com êxito. Foi Deus que me ajudou e deu forças durante todos os momentos desta caminhada, principalmente nos momentos que pensei em desistir.

Agradeço aos meus maravilhosos pais Clovis e Cristina por todos os sacrifícios realizados por eles para que eu pudesse chegar até aqui. Eles empenharam os melhores esforços para minha educação e a do meu irmão. Eles são os meus melhores incentivadores e encorajadores.

Ao meu único irmão pelo apoio, ajuda e por despertar em mim o desejo de ser melhor e de alcançar o mundo.

A minha amiga e irmã Floripes Teixeira pelos incentivos, contribuições e pela parceria na vida. Sem a sua ajuda não seria possível minha caminhada no mestrado. Você é um anjo na minha vida. Sua ajuda foi crucial para concretização deste trabalho.

A minha orientadora, professora Sílvia, pelas excelentes contribuições e orientações durante minha trajetória do mestrado e por acreditar nesse trabalho e pela paciência.

Aos professores do PROFQUI-UFAL por todo aprendizado e trocas de experiências compartilhados durante o mestrado.

Agradeço a UFAL por disponibilizar de um espaço democrático que prioriza a aprendizagem e o compartilhamento do conhecimento.

Agradeço ao Laboratório de materiais luminescente e estudos ambientais (LUMIAM) do IQB, em especial a professora Daniela Santos por disponibilizar do seu espaço para a realização de parte deste trabalho.

Aos meus colegas de turma que dividiram muitos momentos memoráveis e por compartilharem aprendizados comigo, em especial ao grupo as Luluzinhas (Roberta, Thaise, Jocimara e Crislania Santos). Vocês são bastante importantes para mim, meninas.

Aos meus queridos amigos Álvaro, Daniella, Junior, Rosália, Elisa e Jeanyne pelo apoio, contribuições e incentivos nos momentos desafiadores, suas ações foram fundamentais para a concretização deste projeto.

Aos meus queridos amigos Neto, Cibele, Pedro, Israel, Jaíne, por torcerem por mim, por meu sucesso e por me motivarem a persistir.

Agradeço a todos que, com grandes ou pequenos gestos, contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos muito obrigada!

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”.

Marcel Proust

“Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível”.

Thomas Jefferson

RESUMO

A necessidade de modificações curriculares na área das Ciências da Natureza, na especificidade do ensino de Química, como previsto pelos documentos normatizadores legais, demanda que o professor busque por materiais que ofereçam suporte didático-pedagógico para sua prática em sala de aula, abordando dos principais conceitos da disciplina de forma a facilitar o ensino e aprendizagem de ciências. Nesse contexto, este trabalho propôs a elaboração de um caderno temático que pudesse dar suporte a professores do ensino básico (médio) para a elaboração de aulas com maior apelo interdisciplinar, contextualizadas, experimentais e de forte apelo lúdico, com uma perspectiva científico-sociocultural da construção do conhecimento. Com o caderno pretendeu-se explorar conceitos de ciências em especial de química, através da temática Química na interface com a Arte. A abordagem metodológica presente neste trabalho se caracterizou como uma pesquisa qualitativa, com ênfase na pesquisa bibliográfica, a qual foi importante para fundamentar esta dissertação e elaborar o produto educacional (caderno temático) proposto. O caderno temático está organizado em seis capítulos que exploram a Química na interface com a Arte considerando a perspectiva sociocultural e histórico-científica do papel dos pigmentos e corantes para os povos ao longo do tempo. O material aborda ainda conceitos físico-químicos e biológicos, como definições e distinções entre pigmentos e corantes, suas classificações quanto ao tipo, modo de obtenção e aplicações no cotidiano, como o olho humano observa a cor, entre outros assuntos. Por fim, o produto educacional traz a proposição de atividades que o professor pode realizar em sala de aula trabalhando conceitos de forma mais aprazível, contextualizada, menos fragmentada e perceptível aos estudantes. Esta dissertação usou como suporte teórico as orientações curriculares para o ensino de química; trabalhos que abordaram a importância dos materiais didáticos para o Ensino de Ciências; os três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) para o Ensino de Ciências; os indicadores de alfabetização científica propostos por Pizarro (2014); as concepções de contextualização para o ensino de Ciências de Kato e Kawasaki (2011); além dos conceitos sobre corantes naturais e sua utilização ao longo da história nas pinturas. O trabalho faz ainda uma análise comparativa com outros trabalhos que elaboraram cadernos temáticos semelhantes a proposta formulada nesta dissertação.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade/contextualização; avaliação de materiais didáticos; Ensino de Química; Corantes Naturais.

ABSTRACT

The need for curricular modifications in the area of Natural Sciences, in the specificity of teaching Chemistry, as provided for by legal normative documents, demands that teachers look for materials that offer didactic-pedagogical support for their practice in the classroom, addressing the main subject concepts in order to facilitate the teaching and learning of science. In this context, this work proposed the elaboration of a thematic notebook that could support basic (high school) teachers for the elaboration of classes with a greater interdisciplinary appeal, contextualized, experimental and with a strong ludic appeal, with a scientific-sociocultural perspective of knowledge construction. The aim of the notebook was to explore scientific concepts, in particular chemistry, through the theme Chemistry in the interface with Art. The methodological approach present in this paper was characterized as a qualitative research, with emphasis on bibliographical research, which was important to base this dissertation and to elaborate the educational product (thematic notebook) proposed. The thematic notebook is organized into six chapters that explore Chemistry interfacing with Art, considering the sociocultural and historical-scientific utility of the role of pigments and dyes for people over time. The material also addresses physical-chemical and biological concepts, such as definitions and distinctions between pigments and dyes, their classifications as to type, method of obtaining and applications in everyday life, how the human eye observes color, among other subjects. Finally, the educational product proposes activities that the teacher can carry out in the classroom, working with concepts in a more pleasant, contextualized, less fragmented and perceptible way for students. This dissertation used as theoretical support the curricular guidelines for teaching chemistry; works that addressed the importance of didactic materials for Science Teaching; the three pedagogical moments of Delizoicov, Angotti and Pernambuco (2011) for Science Teaching; the scientific literacy indicators proposed by Pizarro (2014); Kato and Kawasaki's (2011) conceptions of contextualization for Science teaching; in addition to the concepts of natural dyes and their use throughout history in paintings. The work also makes a comparative analysis with other works that elaborated thematic notebooks similar to the proposal formulated in this dissertation.

Key Words: Interdisciplinarity/contextualization; evaluation of teaching materials; Chemistry teaching; Natural Dyes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Incidência da luz codificada pelos receptores do globo ocular e transportada para o cérebro, através do nervo óptico.....	25
Figura 2 - Imagem da dispersão da luz branca em um prisma	26
Figura 3 - Mistura de cores RGB	26
Figura 4 - Exemplos de corantes extraídos de fontes naturais	27
Figura 5 - Estrutura dos principais carotenos e xantinas	30
Figura 6 - Estrutura química das betalaínas.....	32
Figura 7- A reação da genipina para formar o pigmento azul.....	33
Figura 8 - Estrutura química da brazilina e da brazileína	34
Figura 9 – Estrutura genérica das antocianinas.....	35
Figura 10 - Transformações estruturais das antocianinas em mudança de pH.....	36
Figura 11-Processo metodológico adotado para elaboração do caderno temático	42
Figura 12 - Capa do caderno temático <i>Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais</i>	46
Figura 13 - Capa do caderno temático <i>Caderno Saúde e Números</i>	48
Figura 14 - Capa do caderno temático <i>Polímeros Materiais que transformam o Mundo</i>	50
Figura 15 - Capa do caderno temático <i>Processos Oxidativos Avançados: Conceitos teóricos</i>	51
Figura 16 – Capas de cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional Tecnológica - MEC (2004-2010)	53
Figura 17 - Capa do caderno temático <i>Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte</i>	54

LISTA DE ABREVEATURAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
COVID-19	Doença do Coronavírus
CT	Caderno Temático
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EC	Ensino de Ciência
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica
LQA	Laboratório de Química Ambiental
MD	Material Didático
MEC	Ministério da Educação e Cultura
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PH	Potencial Hidrogeniônico
POA	Processos Oxidativos Avançados
PROEJA	Programa de Integração à Educação Básica na Modalidade Educação de Jovens e Adultos
PROFQUI	Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
SEPT	Secretaria da Educação Profissional Tecnologia
SN 2	Substituição Nucleofílica Biomolecular
UD	Unidade Didática
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

LISTA DE SÍMBOLOS

nm	Nanômetro
cm	Centímetro
g	Grama
kg	Quilograma

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1. O Ensino de Química e as Orientações Curriculares.....	19
3.2. A importância dos materiais didáticos para o Ensino de Ciência/Química.....	22
3.3. Três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco	24
3.4. Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte	26
3.4.1.Carotenóides	30
3.4.2.Betalainas.....	32
3.4.3.Genipina	33
3.4.4.Brasileína	34
3.4.5.Flavonóides e as Antocianinas	35
4. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO.....	40
4.1. Caracterização da pesquisa	40
4.2. Construção do produto educacional proposto	41
4.3.Organização do caderno temático Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte	43
5. TRABALHOS RELACIONADOS	46
5.1. Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais (PIATTI e RODRIGUES, 2005).....	47
5.2. Caderno Saúde e Números (MIRANDA, 2010)	48
5.3. Polímeros Materiais que transformaram o Mundo (ARRUDA, 2020)	50
5.4.Processos Oxidativos Avançados: Conceitos Teóricos (TEIXEIRA e JARDIM, 2004)	52

5.5. Cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretária da Educação Profissional e Tecnológica do MEC (2004-2010)	54
5.6. Análise comparativa dos trabalhos relacionados na construção do caderno temático Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
7. REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	71

1. INTRODUÇÃO

Os desafios inerentes ao ensino de Ciência/Química podem ser resumidos em uma abordagem pedagógica descontextualizada da realidade do aluno, focada no mundo abstrato, baseada na memorização de fórmulas e transmissão de conhecimento (LIMA, 2012 e GAMA ALVES, 2022). A falta de conexão do ensino científico com o cotidiano dos alunos, causa uma certa resistência por parte dos estudantes para aprender Ciências, em especial, o estudo de disciplinas como Química e Física. Citando Maia; Silva e Wartha (2008), Arruda (2020, p.12) diz que um ensino fragmentado também prejudica os alunos a desenvolverem um pensamento crítico e reflexivo frente a sociedade que o cerca. Arruda (2020, p. 12) também ressalta que estudos comprovam que diálogos entre o saber científico e o dia a dia no contexto escolar podem potencializar os processos de ensino e aprendizagem das Ciências.

Todavia, a realidade de um ensino fragmentado vem sendo repensada e provocado algumas mudanças no cenário educacional. Documentos que regularizam a educação brasileira como a LDB, incluiu outros componentes curriculares obrigatório para o ensino da educação básica, buscando proporcionar um ensino mais contextualizado, aproximando o conhecimento científico do cotidiano do estudante, e interdisciplinar, a partir da integração de diferentes áreas do conhecimento. Essas propostas são apresentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com a versão para o Ensino Médio aprovada em 2018.

Com as mudanças ocorridas, as disciplinas de química, física e biologia passou ensino de passou a integrar as área de Ciência da Natureza, os três saberes foram articulados em uma única área do conhecimento que, por sua vez, deve ser trabalhada de forma integrada e contextualizada com o social, cultural, ambiental e histórico, de forma que os estudantes tenham a capacidade de reelaborar seus próprios saberes relativos a essa área, bem como aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2018).

Conforme previsto pela BNCC (2018), a aprendizagem efetiva é a que traz significado e aplicabilidade no dia a dia. No Ensino da ciência Química ocorre quando é abordado dentro dos pilares da contextualização e da interdisciplinaridade, ressignificando o conhecimento químico na sociedade.

No entanto, o aprendizado de ciências, em especial o estudo da química, é um processo didático pedagógico que carece da mediação de um professor, elemento essencial na aprendizagem dos alunos. Soares e Sobrinho (2013, p. 127) defendem que nesse processo o professor deve procurar, durante suas aulas, atividades que gerem uma aprendizagem efetiva, deve buscar propor situações problemas, ter um estudo qualitativo dessas situações e a

aprendizagem deve ser uma construção. Para esses autores, o docente deve aderir uma nova dimensão de sua prática pedagógica.

Vale ressaltar que, mesmo possuindo uma formação inicial em sua área de ensino, segundo Arruda (2020, p.12), em muitos casos, os professores se sentem despreparados diante de diferentes metodologias que apontam a importância de associar a prática docente à contextualização dos temas e abordar conteúdos de forma interdisciplinar. Ademais, o domínio de um conhecimento específico sobre um conteúdo não garante ao professor saber mediá-lo em sala de aula de forma significativa e integrada com outros conhecimentos. Para isto, ele necessita de orientações concretas e consistentes que ofereçam subsídios para aliar sua prática pedagógica aos novos desígnios da educação.

Esse contexto, entre outras coisas, demanda por materiais didáticos que unam os saberes que contemplam a área de ciências da natureza. Domiguini *et al.* (2012, p. 148) defendem a importância dos materiais didáticos como ferramentas para auxiliar o professor nas aulas de Ciências e ressaltam que por meio deles, o processo ensino-aprendizagem se torna mais efetivo, pois os alunos encontram um meio de melhor interagir nas aulas. Para Freitag (2017), os materiais didáticos são instrumentos valiosos para ajudar o aluno a assimilar e perceber os elementos necessários para uma reformulação dos conhecimentos e temas abordados pelos educadores em sala de aula.

Contudo, cabe destacar que são limitados os estudos que orientam a construção de cadernos temáticos, como materiais didáticos para o Ensino de Ciências, sobretudo na disciplina de Química. Por outro lado, são amplas as discussões para compreensão das “relações estabelecidas entre prática docente e material didático, auxiliando-nos no direcionamento e formulação de propostas de formação docente que venham de encontro ao desenvolvimento da profissionalização quanto a utilização de materiais didáticos” (FISCARELLI, 2007, p.1).

Considerando as novas exigências educacionais estipuladas para a educação básica e entendendo a importância da contribuição dos materiais didáticos no processo de ensino e aprendizado, este trabalho apresenta como proposta a construção de um caderno temático para orientar professores de Química em sua prática pedagógica.

A partir desse objetivo foi definida a seguinte questão de pesquisa: ***Como abordar o ensino de química, inserido na área das ciências da natureza, de forma interdisciplinar e contextualizada?***

Para responder ao questionamento apresentado, foi realizado um estudo acerca do ensino de Ciências/Química e sobre abordagens de ensino, a partir desse estudo foi possível verificar a importância de abordar uma temática transversal para articular as diferentes

disciplinas que envolvem a área da Ciência da Natureza e contextualizar os conteúdos de química estudados. Nesse contexto, foi adotado o tema dos corantes naturais, que permitiu estudar conceitos de química, física e biologia, a partir da trajetória do uso dos corantes sob a perspectiva da arte (pintura), como forma de manifestação artística, histórica e cultural do homem ao longo do tempo.

Esta dissertação está distribuída em seis capítulos. O primeiro capítulo traz a introdução que, além da organização do trabalho, apresenta uma contextualização sobre o tema abordado. No Capítulo dois estão descritos os objetivos do trabalho. O capítulo três apresenta a fundamentação teórica, que tratou das modificações trazidas pelos documentos regulatórios oficiais para o ensino de Química, a importância dos materiais didáticos para o ensino, o tema dos corantes naturais para contextualizar o ensino de química a partir da arte, além da abordagem dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). O capítulo quatro trata da apresentação da proposta e discussão do material produzido. O quinto capítulo apresenta os trabalhos relacionados a esta dissertação, apresentando uma análise comparativa entre os mesmos, assim como a descrição da elaboração do caderno temático proposto. Por fim, o sexto e último capítulo traz as considerações finais do trabalho, além das possibilidades de trabalhos futuros.

2. OBJETIVOS

Esta seção apresenta os objetivos a serem alcançados neste trabalho.

2.1. Objetivo geral

Elaborar um caderno temático explorando o tema corantes naturais na interface da química com a arte como uma proposta de material didático para professores de química da educação básica.

2.2. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral estabelecido neste trabalho, foi necessário cumprir os seguintes objetivos específicos:

1. Desenvolver um produto educacional como ferramenta de apoio didático ao docente para o ensino de química/ciências, trazendo uma abordagem interdisciplinar e contextualizada;
2. Identificar os corantes naturais mais usados no cotidiano para construir a parte conceitual do ensino de química dentro da temática abordada;
3. Analisar trabalhos relacionados ao caderno temático proposto;
4. Relacionar conceitos de química, a partir da temática dos corantes naturais, com outras áreas do conhecimento;
5. Propor atividades experimentais que possibilitem ao docente desenvolver atividades práticas simples e que não demandem o uso de laboratório; assim como oportunizar a exploração de conceitos de forma lúdica e aprazível ao aluno.
6. Oferecer um material didático que possa trazer autonomia ao professor, como suporte didático-pedagógico capaz de ser aplicado conforme sua necessidade diária.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho. Aborda conteúdos sobre as orientações curriculares para o ensino de química; a importância dos materiais didáticos para o Ensino de Ciências e como subsídio para auxiliar o docente em sua prática pedagógica; a abordagem dos três momentos pedagógicos de Delizocov, Angotti e Pernambuco (2011) para o Ensino de Ciências; além de discorrer sobre a temática dos corantes naturais na interface da Química com a Arte.

3.1. O Ensino de Química e as Orientações Curriculares

O ensino de ciências naturais tem enfrentado grandes desafios no decorrer dos anos, uma vez que o sistema de ensino ainda não conseguiu oferecer elementos bases que permitissem reconhecer a dimensão do conhecimento científico e do fazer científico (BRASIL, 2002).

No caso do ensino de Química, foi possível avançar significativamente quando se iniciaram as modificações na educação, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (2000). O objetivo da implementação dos PCN's foi melhorar a qualidade do sistema educacional, a partir da organização curricular por área, porém, articulando todos os conhecimentos das diferentes áreas através da interdisciplinaridade e contextualização.

Quando a abordagem pedagógica explora a colaboração dos saberes das múltiplas áreas de conhecimento (ciências da natureza e suas tecnologias, ciências humanas e suas tecnologias, entre outras) para solucionar problemas e aproximar os conhecimentos trazidos pelos alunos dos saberes científicos, ela potencializa a ressignificação do papel da educação nos âmbitos “econômico, científico e cultural” (BRASIL, 2002, p.14).

As modificações curriculares definidas nos PCN's visam contribuir para desmistificar a ideia de que a construção do conhecimento é baseada apenas na transmissão de conteúdos conceituais, sem considerar os conhecimentos e as experiências prévias (senso comum) do estudante, buscam ainda contextualizar a aprendizagem, rompendo o ensino entediante baseado na memorização e no acúmulo de informações, tal como defendem Carvalho e Gil-Perez (1995).

As propostas estabelecidas nos PCN's também comungam com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que busca favorecer uma aprendizagem de caráter integral e está comprometida em construir o processo de aquisição da aprendizagem em harmonia com “as

necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BRASIL, 2018, p.14).

Com a finalidade de alcançar os objetivos estabelecidos pelos documentos normativos, o estudo da química transpôs o ensino fragmentado e foi conduzido a uma aprendizagem que aborda os estudos da química, física e biologia de forma articulada, considerando a área de ciências da natureza um componente curricular. Dessa forma, para obter êxito na aprendizagem e no progresso escolar, o ensino de ciência passou a se comprometer em despertar o interesse pelo aprendizado e pela formação plena do estudante, possibilitando assim que o aluno desenvolva conhecimentos que permitam esclarecer as complexidades do mundo que o cerca, solucionar problemas, estar preparado para o mercado de trabalho e desenvolver habilidades e competências específicas que facilitam o indivíduo a intervir ativamente no mundo real (BRASIL, 2018). Portanto, a colaboração das diversas áreas de conhecimento evidencia ainda mais a importância da ampliação dos saberes por meio da interdisciplinaridade.

Para alcançar essa interdisciplinaridade é necessário abordar eixos que possibilitem entrelaçar de forma contextualizada o ensino de química com outras áreas de conhecimento. Nesse sentido, a temática dos Corantes Naturais apresentou-se como promissora para correlacionar os conceitos científicos associados às ciências da natureza com os saberes histórico socioculturais das artes.

Nessa perspectiva, compreendeu-se que os recursos didáticos se apresentam como importantes ferramentas de apoio para o professor para viabilizar esse processo de ensino-aprendizado interdisciplinar proposto nos documentos formativos legais. O caderno temático elaborado adotou a temática dos corantes naturais para abordar o ensino de ciências/química em conjunto com outras áreas do conhecimento. O tema oferece uma vasta possibilidade de estudos dos componentes contemplados na nova organização curricular. Sendo assim, foi possível apresentar no caderno conteúdos e um conjunto de atividades que possibilitam abordar conceitos da química, física e biologia, de forma coordenada e dinâmica, a partir do estudo da arte, facilitando a capacidade de ensinar do professor.

Todavia, para a construção de um material didático adequado ao novo currículo, que possibilite auxiliar as transformações do ensino no contexto escolar atual, é importante entender os princípios da contextualização e da interdisciplinaridade.

A palavra contextualização deriva do termo contexto, que tem origem no latim *contexture*, que significa unir ou tecer junto para formar a compreensão total a respeito de um tema e não de modo fragmentado ou isolado.

A palavra contextualização foi levantada pela primeira vez em 1998 nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). A contextualização dos conteúdos assegura que a “aprendizagem seja relevante e socialmente significativa; e o cultivo do diálogo e de relações de parceria com as famílias” (MOLL, 2013, p. 120). Na prática, a contextualização e a abordagem pedagógica que têm como objetivo servir como “um recurso com vistas a relacionar situações corriqueiras ligadas ao dia a dia das pessoas com conhecimentos científicos” (WARTHA, SILVA e BEJARANO, 2013, p.84)

A contextualização é apresentada no artigo 3º, inciso XI da LDB (BRASIL, 1996), e determina que a “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais” devem estar em conformidade com o cotidiano local de cada estudante.

A contextualização começou a ser utilizada a partir de 1999 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) voltados ao ensino para “a formação cidadã de sentido universal e não somente de sentido profissionalizante” (BRASIL, 2000, p. 6).

No entendimento de Broietti e Leite (2019, p. 19), a respeito do termo presente no PCNEM (2000):

A contextualização no ensino de Ciências, segundo o documento, implica inserir a ciência e sua tecnologia em um processo histórico, social e cultural, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade. Ela deve dar significado aos conteúdos e facilitar o estabelecimento de articulações com outros campos do conhecimento.

Com o intuito de envolver a aprendizagem de conteúdos atribuindo significado aos conceitos escolares a partir da integração com a realidade do aluno, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, regulariza que o currículo deve ter uma parte diversificada. Tal princípio previsto na BNCC propõe “discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2017, p. 549).

Segundo Volpe (2018), a contextualização e abordagem didática têm como objetivo promover um ensino pautado em uma visão crítica do mundo, de forma a preparar os estudantes, futuros cidadãos integrados, para participarem efetivamente de seu momento histórico através da possibilidade de tomada de decisão. Outra prática pedagógica que está interligada com a contextualização é a interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade é outro princípio que caminha junto com a contextualização e está contemplada nos documentos curriculares oficiais da educação básica. A terminologia da palavra está dividida em três termos: inter, que significa ação recíproca, ação de A sobre B e de

B sobre A; disciplinar, termo que diz respeito a disciplina, do latim *discere* - aprender, *discipulus* - aquele que aprende (AIUB, 2006).

O termo interdisciplinaridade surgiu no contexto escolar moderno, especificamente, na França e Itália, na década de 1960. Iniciou a partir das “críticas ao modelo de ensino fragmentado e desconectado do cotidiano, no qual os conhecimentos passam a ser questionados em sua utilidade prática” (VOLPE, 2018, p. 20).

No geral, a interdisciplinaridade é um movimento que apresenta conceitos que dialogam com diferentes disciplinas, “visando à interação professor-aluno, aluno-aluno e escola-família, para dotar de significados os conteúdos da realidade (relação teoria/prática)” (VOLPE, 2018, p. 21).

O ensino pautado na interface das disciplinas é importante para estabelecer uma estratégia para um novo currículo, implementada em todas as etapas da educação básica. A interdisciplinaridade é um pilar importante do contexto escolar, através deste princípio é possível facilitar o processo de ensino e aprendizagem eficaz, capaz de transpor a limitação do conhecimento, ressaltando a socialização dos saberes.

A proposta de interdisciplinaridade é importante para romper a fragmentação do ensino e ampliar a visão global e o protagonismo do estudante, além de estender o olhar para a desmistificação do conhecimento científico (BACKES, 2017). Considerando, portanto, a interdisciplinaridade como elemento fundamental para a formação plena do estudante, o presente trabalho apresenta no material didático desenvolvido, uma organização estrutural que relaciona o ensino de Química com outras disciplinas, possibilitando ao aluno expandir seus conhecimentos.

Para uma melhor compreensão do papel dos materiais didáticos no processo de ensino-aprendizado, dentro dos pilares da contextualização e da interdisciplinaridade, a seção a seguir apresentará uma discussão sobre esses recursos pedagógicos.

3.2. A importância dos materiais didáticos para o Ensino de Ciência/Química

Para Krasilchik (2000, apud Waldhelm, 2007) o Ensino de Ciência (EC) foi crescendo em importância na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social das nações. De acordo com Sobrinho *et al.* (2013, p.121), a relação com as demandas sociais e econômicas foi importante para impulsionar as reformas ocorridas no Ensino de Ciências Naturais no decorrer dos anos. Nesse sentido, o EC apresentou uma trajetória histórica marcada por grandes transformações e

evoluções, sobretudo, a partir da década de 60, quando o homem começou a se conscientizar da importância de sua relação com a ciência e a tecnologia (SOBRINHO, *et al.*, 2013).

Na versão mais recente da Base Nacional Curricular para o ensino médio (BNCC, 2018), o ensino de Ciências da Natureza é direcionado para o letramento científico visando capacitar o aluno a compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), como também transformá-lo com base em aportes teóricos e processuais das ciências (BRASIL, 2017). Contudo, por apresentar conteúdos e fenômenos abstratos, a compreensão do ensino de ciências/química ainda é um desafio.

Para auxiliar os estudantes na assimilação e compreensão da teoria, os materiais didáticos se apresentam como elos ativos no processo de ensinar e aprender ciências. Esses têm sido elemento importante para auxiliar o professor em sua prática pedagógica e minimizar as dificuldades encontradas na concretização do ensino e na construção do conhecimento (LUZ, 2006; NICOLA e PANIZ, 2016; FONSECA e DUSO, 2018).

Segundo Freitas (2009, p.21), material didático (MD) pode ser definido como “todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino visando à estimulação do aluno e a sua aproximação do conteúdo”. Borges (2012) menciona termos como material de ensino, recursos ou meios de ensino, recursos didáticos, material ou recurso pedagógico para nomear ou conceituar material didático.

Para Fonseca e Duso (2018), os materiais didáticos se propõem a auxiliar na aprendizagem de conceitos, por vezes abstratos, envolver os estudantes no processo de aprendizagem e estabelecer outro tipo de relação entre estudante, professor e conhecimento. Fundamentados em Borges (2012), esses autores afirmam ainda que os materiais didáticos têm papel mediador na relação entre o professor, o aluno e o conhecimento. De Souza (2007, p.111), ressalta também que o uso de MD deve proporcionar ao aluno o estímulo à pesquisa e a busca por novos conhecimentos, com o propósito de fazer o aluno adquirir a cultura investigativa, que o preparará para enfrentar o mundo com ações práticas, sabendo-se sujeito ativo na sociedade.

Portanto, fica evidente a contribuição dos materiais didáticos como recurso pedagógico para auxiliar o docente na dinâmica de sala de aula e colaborar com o desenvolvimento do aluno.

De acordo com Nascimento e Campos (2018), atualmente existe uma grande variedade de recursos didáticos que podem ser utilizados no ensino, que vão desde os recursos mais simples aos mais elaborados e tecnológicos. Mello (2010, p. 32) categoriza os materiais didáticos em quatro grupos: tecnologias digitais (softwares educacionais, portais educativos e tecnologias virtuais); impressos (livros didáticos, paradidáticos, dicionários, manuais do

professor etc.), audiovisuais (vídeos, filmes, documentários, músicas etc.) e os manipuláveis (jogos e kits de experimentos).

Contudo, nenhum material didático é completo, pronto e acabado, esses são passíveis de serem melhorados e adaptados pelo professor em função de suas necessidades em sala de aula (MENDONÇA, 2011). Nesse sentido, Silva e Flores (2016) ressaltam que é necessário que o uso dos materiais didáticos esteja atrelado a objetivos bem definidos quanto ao aspecto de promover a aprendizagem, deve-se ter um cuidadoso planejamento da ação. De Souza (2007, p. 111) destaca ainda que é importante que o professor tenha clareza das razões pelas quais está utilizando tais recursos. Cabe ao educador reconhecer e adequar os recursos a serem utilizados a partir das suas necessidades em sala de aula e da realidade de seus alunos (NASCIMENTO e CAMPOS, 2018).

Apesar da variedade de materiais didáticos que podem ser utilizados na exposição e abordagem dos conteúdos, verificou-se uma limitação de recursos alinhados às novas exigências curriculares apontadas pelos documentos normativos para o ensino de ciências da natureza na educação básica. Nesse contexto, constatou-se uma demanda por recursos didáticos que orientem o docente, ofereçam conteúdos contextualizados que dialoguem com a realidade do aluno, e favoreçam um estudo interdisciplinar. Materiais que apresentem estratégias didático-pedagógicas diversificadas, que atendam às necessidades de diferentes grupos de alunos, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades, seus grupos de socialização etc., tal como propõe a BNCC (2017).

Considerando recursos didáticos de apoio, o produto educacional (caderno temático) proposto nesta dissertação foi pensado no intuito de auxiliar o professor na elaboração dos seus próprios planos de aula e atividades, na seleção de informações e organização de conteúdos a fim de ressignificar as suas práticas em sala de aula e facilitar o acesso dos indivíduos ao ensino da Ciências/Química.

O desenvolvimento do caderno temático está em conformidade não apenas com a nova proposta curricular, mas também está fundamentado na abordagem dos três momentos pedagógicos defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, uma abordagem de ensino que possibilita maior articulação entre educandos, mestres e o conhecimento, conforme é apresentado na seção a seguir.

3.3. Três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco

A abordagem que norteou o desenvolvimento do caderno temático ***Corantes Naturais interface da Química com a Arte*** foi a dos três momentos pedagógicos descrita por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que propõe que o processo de ensino aprendizagem ocorra em três etapas: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) propõem que, no primeiro momento, a partir do tema ou conceito a ser trabalhado em sala de aula, o professor deve desafiar o aluno com questões que relacionam o conteúdo com situações vivenciadas em seu cotidiano. O estudante é provocado a refletir e interpretar o problema inicial e expressar sua posição/conhecimento em um debate com seus colegas e com base nos saberes trazidos por ele.

Isso significa que o professor deve estar preparado para conduzir o momento, orientar as discussões, hipóteses e dúvidas levadas pelos estudantes no decorrer dos debates. Para Bomfim, Costa e Nascimento (2018), “é desejável que o professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e oferecer explicações”.

O papel primordial da problematização, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 201), é [...] “fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão com um *problema* que precise ser enfrentado”.

No segundo momento, os conhecimentos apresentados pelos educandos para procurar compreender e explicar a problematização inicial, são então, organizados e norteados pelo docente e acrescidos de outras informações com o objetivo de impulsionar a formação efetiva do aluno.

O último momento é a aplicação do conhecimento, tem o propósito de habilitar os alunos a explorar os conhecimentos científicos adquiridos no processo de aprendizagem em diversas situações reais do cotidiano do sujeito (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

A abordagem adotada oferece uma aprendizagem mais atraente, sobretudo no ensino de química que se situa no domínio submicroscópico, confere concretude aos conceitos comumente abstratos e possibilita uma maior articulação entre educandos e mestres (BRASIL, 2018; LIU; SILVA; LIMA, 2019). Traz também alternativas sólidas para que se consolide a aprendizagem efetiva e não apenas a aplicação de fórmulas matemáticas e memorização de conceitos.

Com base na abordagem de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), a temática dos corantes naturais se apresenta como um tema capaz de potencializar a aprendizagem do ensino de química, sistematizado tanto em suas especificidades, quanto em competências gerais.

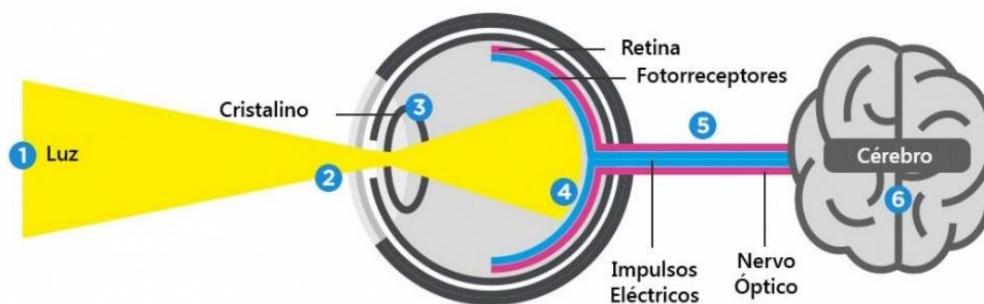
Através dessa temática é possível contextualizar o estudo da química com a arte, possibilitando ao professor conduzir, organizar e socializar os conteúdos químicos de forma interdisciplinar, e favorecer a continuidade do processo de aprendizagem do aluno iniciado na problematização.

Para atender a proposta dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o produto educacional proposto apresenta, inicialmente, uma situação-problema, além de sugestões de planos de aulas (APÊNDICE A) contendo questões que provocam discussões e reflexões sobre o tema e suas correlações com os conteúdos teóricos-experimentais de modo a auxiliar a organização do conhecimento por parte do professor.

3.4. Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte

As cores estão presentes no cotidiano do homem há milhares de anos, tornaram-se um sinônimo de vida, beleza, saúde, alerta e até mesmo uma forma de comunicação. Neste contexto, os pigmentos são os elementos responsáveis pelas cores de muitos itens percebidos pelo olho humano e decodificados pelo nosso cérebro (Figura 1) despertando o nosso interesse, medo, bem-estar e repulsa em relação aos alimentos, tecidos, artefatos, e outros materiais.

Figura 1 - Incidência da luz codificada pelos receptores do globo ocular e transportada para o cérebro, através do nervo óptico

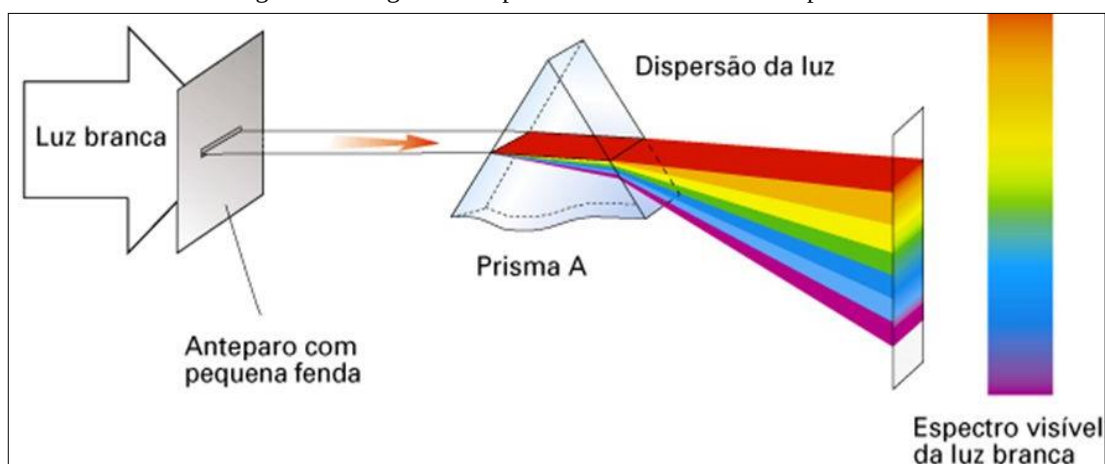


Fonte: Carroll (2017)

Todavia, a percepção das cores pelo olho humano não é uma característica inerente dos objetos, ela é proveniente da interação da luz, radiação eletromagnética na região do visível (comprimento de onda com faixas entre 380-740 nm), com a matéria. Assim, a luz visível é absorvida pela retina e transportada para o cérebro na forma de impulsos elétricos que se decodificam nas cores (MARTINS; SUCUPIRA; SUÁREZ, 2015). A teoria das cores recebeu contribuição de Newton através dos experimentos de decomposição da luz branca feitos com um prisma (Figura 2). Como resultado foi possível mostrar que a luz branca, como a luz do sol, é composta por uma mistura de sete cores monocráticas, e que para cada cor há uma faixa

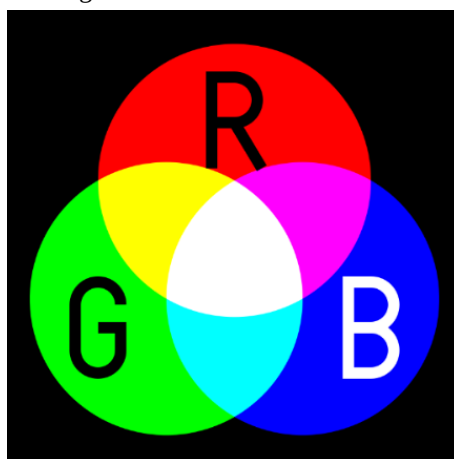
específica de comprimento de onda ou frequência correspondentes (HALLIDAY e RESNICK, 2011). Além disso, Newton também realizou estudos demonstrando que as cores primárias eram o vermelho, o verde e o azul, e que essas três cores primárias formadas a partir de luzes coloridas, de três comprimentos de onda distintos permitiriam a obtenção de novas cores, chamadas de secundárias, o amarelo, o ciano e o magenta [...] (CHAIBUB, 2017, p. 47). A racionalização proposta por Newton está representada no disco de Newton através do sistema RGB (Red = vermelho, Green = verde e Blue = azul) e foi imprescindível para evidenciar que a luz branca é gerada a partir da mistura das cores RGB (Figura 3).

Figura 2 - Imagem da dispersão da luz branca em um prisma



Fonte: Pachani [s.d.]

Figura 3 – Mistura de cores RGB



Fonte: Wikipedia (2022 f)

No que tange as definições e diferenças entre pigmentos e corantes pode-se dizer que, de acordo com o Conselho Regional de Química - IV Região (2011), pigmentos e corantes são substâncias que quando aplicadas a um material lhe conferem cor. No entanto, a principal

diferença entre pigmentos e corantes é que, quando aplicados, os pigmentos são insolúveis e os corantes são solúveis. Além disso, outro diferencial entre os dois produtos diz respeito à cobertura: pigmentos promovem simultaneamente a cobertura, a opacidade, o tingimento e a cor; o corante só promove o tingimento, sem proporcionar cobertura, desta forma, o corante mantém a transparência do objeto tingido (MARTINHO e MONTEIRO, 2011).

Realizando uma análise físico-química da estrutura dos compostos, verifica-se que a diferença básica entre pigmentos e corantes está no tamanho das partículas e na solubilidade destas no meio em que é dissolvida, e isso está relacionado com a presença de certos grupos químicos (orgânico ou inorgânico) em sua estrutura.

Contudo, bem antes da compreensão dos conceitos científicos que explicam o funcionamento das cores e dos corantes, os colorantes já estavam presentes nos costumes e no cotidiano da humanidade.

Foi possível observar que, ao longo do tempo, a manifestação de identidade dos diversos povos está intimamente ligada às artes. Foi através das artes, em especial da pintura, que os seres humanos de todo o planeta fizeram os mais diversos tipos de registros do seu modo de vida, dos seus costumes, de suas crenças e sua forma de ver o mundo. Neste contexto, as cores e os materiais que as compõem manifestam-se na pintura como ferramentas de expressão desta identidade sociocultural e trazem consigo parte do conhecimento científico adquirido pelo homem em uma determinada época histórica.

Na pré-história, as pinturas em rochas denominadas de arte rupestre, eram utilizadas pelos ancestrais para expressar as atividades do seu cotidiano (caça, rituais de fertilização, nascimentos entre outros). Para dar cor a estes desenhos os antepassados usavam materiais coloridos obtidos a partir de compostos químicos constituintes de minerais, como óxido de ferro extraído da terra, bem como da utilização de carvão vegetal, extração de colorantes de raízes e do sangue de animais caçados no período (CARVALHO, 2015). Outro exemplo destas manifestações pelos povos originários está nas pinturas corporais usadas pelos indígenas, exemplo de expressão sociocultural e artística manifestada pelo uso de corantes naturais. Os povos indígenas realizavam suas pinturas corporais, “a partir da extração de pigmentos de diversos vegetais como urucum (bixina), jenipapo (genipina), açaí (antocianina), babaçu, açafrão (curcuminóides), e outros frutos” que foram bastante explorados por esta e outras culturas (JESUS; LOPES; COSTA, 2015, p. 2). Na cultura indígena, inicialmente, os colorantes se apresentaram como pigmentos para pinturas corporais dos índios e para o artesanato (TSUWATÉ e LEÃO, 2017).

Segundo a interpretação de Carvalho (2012, p.6) “são muitos os registros sobre a utilização de corantes naturais na pré-história e até hoje são de grande importância na criação de outros tipos de tintas, podemos ver que desde o início da nossa história a arte de criar esteve presente” [...].

A partir da necessidade de melhoria das técnicas, do uso de pigmentos e da própria arte, os pintores buscaram aprimorar seus conhecimentos científicos com a finalidade de entender a natureza e as características físico-química dos corantes e materiais usados. A articulação da química com a arte, a partir dos estudos desenvolvidos ao longo do tempo, foi fundamental para expandir novas técnicas de extração de pigmentos, ampliar a paleta de cores (produção de cores), aperfeiçoar técnicas de pinturas, materiais e suportes que lhes permitissem criar mais expressões artísticas. A partir da expressão artística dos egípcios e dos gregos, novas colorações naturais produzidas pelo tratamento de diversos minerais como a lazurita ($(\text{NaCa})_8[\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl}]_2(\text{AlSiO}_4)_6$] foram obtidas, a exemplo dos pigmentos descoberto temos o branco de chumbo $\text{PbCO}_3 \cdot 2\text{Pb(OH)}_2$ o verdete $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ e os tons de vermelho de chumbo (Pb_3O_4) ou cinábrio (HgS). Neste sentido, as ciências e o conhecimento acumulado até então sobre os materiais naturais, minerais e técnicas rudimentares de produção de corantes sintéticos foram importantes para o desenvolvimento das pinturas produzidas em movimentos artísticos como o greco-romano, renascentista, barroco, impressionista e modernista.

A descoberta da tinta à base de óleo vegetal em meados do século XV pelos pintores flamengos Hubert e a Jan Van Eyck influenciou fortemente as pinturas europeias do movimento renascentista. Um grande pintor influenciado pelas pinturas a base de óleo foi Leonardo Da Vinci, que substituiu os vernizes naturais por óleo. Da Vinci também conseguiu inovar ao criar os tons pastéis e outras paletas de cores a partir da mistura de cores monocromáticas (MELO; SUAREZ, 2012). Da Vinci, por sua vez, despertou o interesse dos artistas europeus do período renascentista para utilização do óleo em pinturas, o que fez expandir significativamente o uso desse tipo de tinta (FAZENDA, 2009).

Segundo Gomes e Costa (2020, p. 72164), até chegar à tecnologia atual há um longo caminho percorrido, registra-se que em 1856 surgiu o primeiro corante sintético e que na metade do século XX a tinta acrílica foi desenvolvida.

Com o intuito de abordar a interdisciplinaridade entre a Química e a Arte, traremos a conectividade de forma contextualizada por meio da importância dos corantes naturais e suas cores para o estudo dos sujeitos históricos. Desta forma, destacaremos a Química e os corantes naturais. Existem muitos tipos de pigmentos naturais orgânicos e inorgânicos, os quais podem ser transformados em corantes a partir da extração das mais diversas fontes vegetais ou

minerais. Na figura 4 a seguir é possível perceber várias fontes de corantes naturais utilizados diferentes povos e culturas.

Figura 4 - Fontes dos principais corantes naturais



Fonte: Imbarex [s.d.]

De modo geral, os corantes naturais orgânicos pertencem a muitas classes químicas distintas, encontramos carotenoides, betalaínas, curcuminóides, derivados do ácido carmínico e bixina, clorofila, compostos fenólicos, naftoquinonas, antocianinas e ainda compostos inorgânicos como as argilas em geral. A seguir iniciaremos nossa exploração de conceitos Químicos dos principais corantes naturais, suas funções químicas e aplicabilidade dos principais grupos de corantes naturais.

3.4.1. Carotenóides

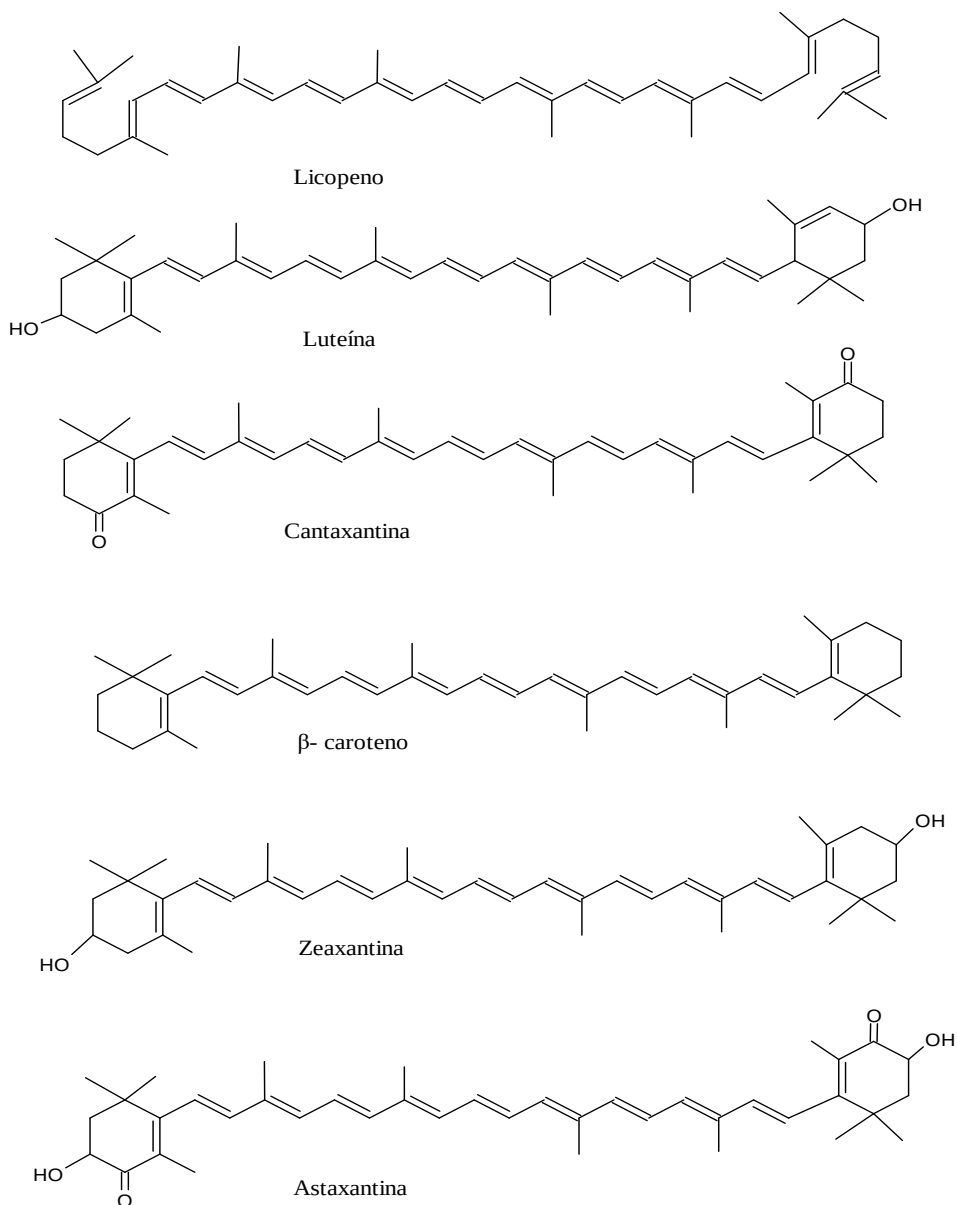
Os principais compostos orgânicos envolvidos nos corantes naturais são os carotenoides. Os carotenóides são os pigmentos naturais mais utilizados pela população sendo empregados em diversos setores, incluindo a indústria de alimentos. Podem ser encontrados em fungos, bactérias, algas e vegetais. Estão presentes em cenouras, tomates, pimentões, brócolis, hortaliças, damasco, manga, laranja e melancia (MARTINS *et al.*, 2015). São imprescindíveis os benefícios dos carotenóides para o bem-estar da sociedade.

Quimicamente, alguns carotenóides possuem 40 átomos de carbonos com ligações duplas conjugadas em sua estrutura química, sendo chamados de tetraterpenóides (MORAIS, 2006). São classificados em dois grupos: os carotenos, os quais possuem apenas átomos de carbono (C) e hidrogênio (H) e as xantofilas que são compostas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Os carotenos, a exemplo do licopeno e do β -caroteno, são hidrocarbonetos

apolares, solúveis em solventes orgânicos clássicos como o éter de petróleo, diclorometano, dissulfeto de carbono e acetona (MORAIS, 2006, p. 10) e pouco solúveis em água. O aquecimento da água aumenta a solubilidade das substâncias, inclusive dos carotenoides em água. Sendo hidrocarbonetos apolares organizam-se através de forças intermoleculares fracas conhecidas como forças de van der Waals.

Em contrapartida, as xantofilas apresentam grupos substituintes com oxigênio, “como hidroxilas (β -criptoxantina e luteína), grupos ceto (cantaxantina e astaxantina) e epóxi (violaxantina)” (MESQUITA, *et al.*, 2017, p. 676). Na figura 5 é possível observar as estruturas dos principais carotenos e xantofilas e, portanto, são mais polares em relação aos carotenos.

Figura 5 - Estrutura dos principais carotenos e xantofilas



Fonte: Autora (2022)

O número de ligações duplas presente em um carotenóide lhe confere as cores amarelo, laranja e vermelho e definem suas propriedades químicas, tais como, o estado de oxidação, reatividade química e a absorção de luz.

Segundo Moraes (2006, p. 11), qualquer carotenóide deve ter:

Uma cadeia carbônica que possua de 3 a 15 ligações duplas conjugadas e estes podem apresentar diferentes grupos terminais; o comprimento do cromóforo determina o espectro de absorção e a cor da molécula de carotenóide, sendo que é necessário que existam pelo menos 7 ligações duplas alternadas para que o carotenóide apresente cor.

Assim, um carotenóide como a astaxantina que possui fórmula molecular $C_{40}H_{52}O_4$, 11 ligações duplas conjugadas e, esteroquímica E (*trans*) na porção acíclica, possuirá cor a vermelha.

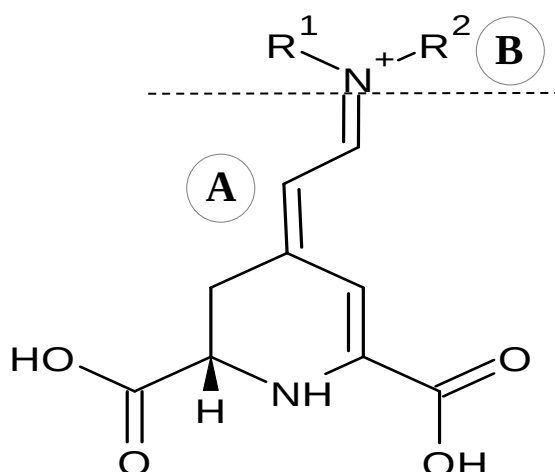
A estrutura química é determinante para enxergamos a cor de diferentes alimentos ricos em licopeno e para o β -caroteno, vemos alimentos que tenham essas substâncias com as cores amarelo e laranja, isto porque, a banda de absorção tem faixa de comprimento de onda nas regiões entre 474 e 452.

3.4.2. Betalaínas

Outro grupo de corantes muito encontrado em nosso dia a dia são as betalaínas. As betalaínas ocorrem principalmente na bunganvília, beterraba, pitaia, acelga e no figo-da-Índia. Apresentam uma coloração amarelo alaranjado e/ou vermelho/violeta. Mais de setenta betalaínas de ocorrência natural já foram identificadas e estão divididas em dois grupos, as betacianinas que apresentam cor vermelho/violeta e as betaxantinas (de cor amarela) (GONÇALVES, 2018). São antioxidantes como os carotenóides. A principal betalaína é betacianina encontrada na beterraba.

As betalaínas são compostos químicos derivadas do ácido betalâmico (KAPADIA e RAO, 2013), possuem um heterociclo nitrogenado (piperidina), substituído por dois grupos de ácidos carboxílicos, conectada a uma cadeia carbônica insaturada que contém um átomo de nitrogênio (N) catiônico substituído (Figura 6).

Figura 6 - Estrutura química das betalaínas



Fonte: Autora (2022)

Segundo Nakayama, “são caracterizadas por uma estrutura química geral formada pelo ácido betalâmico (parte A da molécula) ligado aos grupamentos R₁ e R₂” (parte B) como mostrado na Figura 5 (NAKAYAMA, 2020, p. 16). É importante ressaltar que os radicais R₁ e R₂ podem ser substituintes mais simples, como um átomo de hidrogênio e/ou anéis aromáticos e não aromáticos (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009; DOS SANTOS AZEREDO, 2016).

As betalaínas tem sua cor influenciada por mudanças no pH do meio e a altas temperaturas. Segundo Gonçalves (2018), no intervalo de pH entre 3-7 não afetam a cor das betacianinas. Ainda de acordo com Luzardo-Ocampo, as betacianinas são sensíveis a luz e ao oxigênio do ar se degradando para formar ácido betamínico e ciclodopa (LUZARDO-OCAMPO, 2021).

Por fim, as betalaínas são moléculas polares e, sendo assim, solubilizam-se em solventes igualmente polares como a água e os álcoois. Assim, quando em solução, as betalaínas organizam-se por forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo ou ligações de hidrogênio.

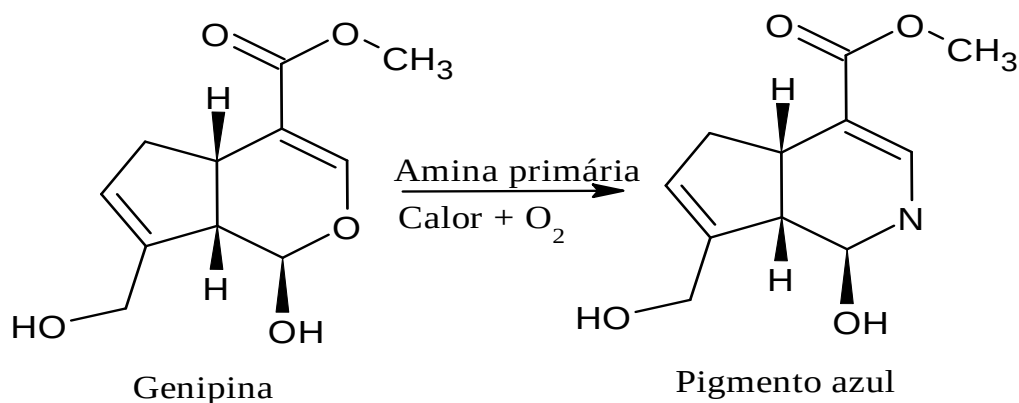
3.4.3. Genipina

Genipina é uma classe de corantes naturais, também denominada de genipa americana, é a matéria-prima extraída do fruto do jenipapo (SOUZA, 2022). Pigmento muito presente na pintura dos povos indígenas, colaborando como as tradições culturais deste povo tradicional do Brasil (indígena).

A estrutura química da genipina (Figura 7) é formada por uma cadeia carbônica que contém grupos hidroxilas e éster. Quando reagem com aminas primárias de proteínas ou

aminoácidos presentes na pele, através de uma reação de substituição biomolecular (SN2) na presença de oxigênio, origina um corante azulado, solúvel em água e estável entre os pH 4 e 9 (VANUCHI e BRAIBANTE, 2008, p. 60; BELLÉ, 2017). A mesma reação não ocorre com genipina composta de aminas secundárias e terciárias.

Figura 7 – A reação da genipina para formar o pigmento azul



Fonte: Autora (2022)

A genipina é um composto polar, assim como as betalainas abordadas anteriormente, sua obtenção é possível através de mistura líquido-líquido de solventes como água e etanol. Ao analisar e aprofundar os estudos acerca do fruto, nota-se que o extrato obtido do jenipapo possui alguns efeitos farmacológicos muito interessantes. Por exemplo, é capaz combater os danos oxidativos (antioxidante) e agir na inibição de tumores (ROVARIS, 2020, p. 23).

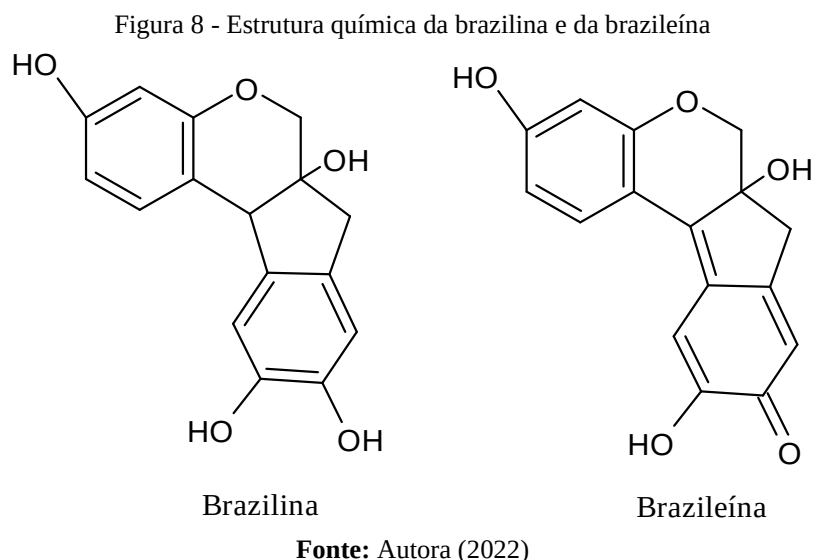
Tendo nos lembrado da importância da genipina para a expressão artístico-cultural dos nossos índios, não poderíamos deixar de abordar o corante natural orgânico natural vindo do pau-brasil.

3.4.4. Brasileína

A brasileína é outro grupo de corante natural que contribuiu significativamente para a arte e cultura do povo indígena e de outras civilizações. Sua principal fonte é o pau-Brasil árvore típica da flora brasileira. O gênero desta espécie de árvore foi primordial para que mais adiante o país receba nome de Brasil como referência a árvore pau-Brasil.

A brasileína ou brazileína é um composto orgânico de cor vermelha do tipo fenoldienônico, forma-se como resultado de uma reação de oxidação de um produto natural da

classe dos catecóis, a brasilina, que é incolor. A Figura 8 representa a estrutura química da brasileína (vermelha) e da brasilina (incolor).



Quimicamente falando, a oxidação da brasilina ocorre quando o pigmento é extraído por solventes orgânicos e soluções aquosas, tais como álcool etílico, éter etílico e soluções alcalinas em presença de oxigênio do ar e de luz. A estrutura química da brasilina oxidada se transforma em brasileína (DO CARMO SERRANO; LOPES; SERUYA, 2008; VANUCHI e BRAIBANTE, 2008).

A brasileína tem características de um pigmento, porém apresenta uma variação de cores amarelas e uma fluorescência esverdeada em meios acidificados (DO CARMO SERRANO, LOPES; SERUYA, 2008). Aqui, por exemplo, o professor poderá discutir conceitos de pH em função do equilíbrio químico das espécies em solução e interligar esses conceitos com o aparecimento de cores. Conceitos de grupos funcionais orgânicos, ressonância e carga formal também poderão ser explorados.

3.4.5. Flavonóides e as Antocianinas

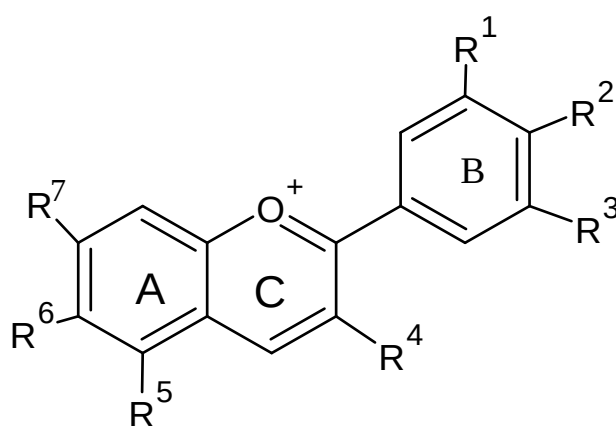
Antocianinas, palavra que vem do grego anthoskyanos (anthos, uma flor, e kyanos, azul escuro) (LOPES *et al.*, 2007) são um grupo de pigmentos comum e, que em comparação com outros pigmentos vegetais como a genipina e brasileína, são muito mais facilmente encontradas. As antocianinas estão presentes em flores, frutos e alguns legumes e lhes conferem cores que variam do vermelho ao azul. Nos frutos, encontramos antocianinas nas uvas, morangos, amoras, cerejas, jabuticaba, jambolão ou azeitona roxa, na pele de frutos escuros,

nas folhas do repolho roxo, beterraba, berinjela e nos grãos (feijão) (MALACRIDA e MOTA, 2006).

Quimicamente, segundo Lopes *et al.* (2007), as antocianinas fazem parte de um extenso grupo de substâncias naturais chamadas de flavonóides. Os flavonóides tem estrutura tricíclica polifenólica, constituída de 15 carbonos distribuídos em dois anéis aromáticos (A e B) interligados por meio de um heterociclo pirânico, que pode conter um grupo carbonila ou não (anel C) (Figura 9). Podem ser flavonas ou flavonóis.

As antocianinas são uma das principais representantes dos flavonóides possuem um núcleo básico *flavilium* (cátion 2-fenilbenzopirílio) (MALACRIDA e MOTA 2006). Os radicais (R1-R7) apresentados na estrutura podem ser grupos H, OH e OCH₃, com isto cada grupo R fornecerá propriedades químicas e físicas distintas para o composto final (CAMPOS, 2006 *apud* GUIMARÃES, 2019, p.17).

Figura 9 - Estrutura genérica das antocianinas



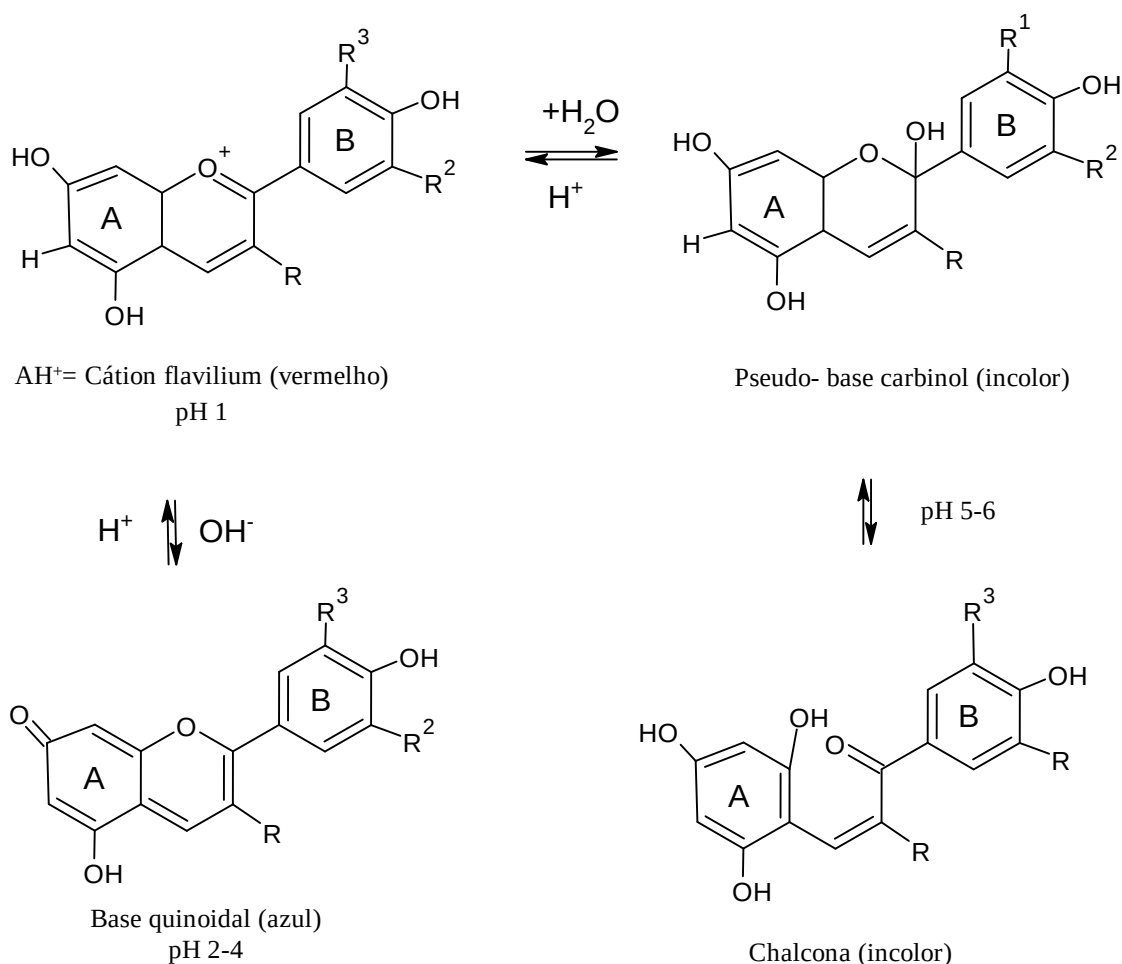
Fonte: Autora (2022)

A estrutura química das antocianinas em geral é caracterizada em policíclica de 15 átomos de carbono com o cátion flavílico (2-fenilbenzopirílio), hidroxilas livres nas posições 3, 5 e 7, na qual os substituintes que se ligam definem a estrutura de cada antocianina e um ácido orgânico.

O pH do meio tem influência sobre a fórmula química das antocianinas, estes compostos, como corantes, são estáveis sob condições específicas de pH. Dessa forma, a estrutura química das antocianinas apresenta um equilíbrio químico importante para a mudança de cor, responsáveis por apresentar estruturas diferentes conforme as alterações do pH do meio. Isto porque, em solução acidificada, a estrutura é catiônica e possui coloração vermelha cátion flavilium (2-fenilbenzopirílio) e com o aumento do pH do meio, ocorre a desprotonação da

estrutura que possui cor azul (quinodal) (figura 10) (GUIMARÃES *et al.*, 1984; LOPES *et al.*, 2007; SANTOS, 2017, p. 21).

Figura 10 - Transformações estruturais das antocianinas em mudança de pH



Fonte: Autora (2022)

Segundo Brouillard (1982) e Guimarães (2019), sendo compostos coloridos, as antocianinas absorvem radiação na região de comprimento de onda entre 350 a 380 nm (ultravioleta) e também, são capazes de absorver fortemente luz na região do visível entre 496 e 550 nm. O espectro de luz visível varia do vermelho ao azul e a mistura de ambas produz a coloração púrpura (SILVA, 2011, p. 3).

As antocianinas são poderosos antioxidantes e, por isso, são usados na indústria de alimentos para dar cor e proteção contra os processos de degradação por oxidação de vários alimentos encontrados nas prateleiras dos supermercados, exemplo de frutas como framboesa, uva, amoras entre outras, e em vegetais como repolho roxo, berinjela e batata roxa etc.

Assim, se adequadamente exploradas em sala de aula as antocianinas e os demais corantes naturais destacados anteriormente também podem ser usados para a abordagem

contextualizada de uma série de conceitos da disciplina de química e outros estudos como descritos no Quadro 1 a seguir:

Quadro 01 – Conteúdos dos estudos de Química e de outras disciplinas

Tópicos sobre corantes	Conteúdos de Química e outros estudos
-História dos corantes; -Importância dos corantes nas pinturas e movimentos culturais na pré-história e dos povos indígenas; -Classificação dos corantes; -Destaque para os principais corantes do cotidiano; -Composição química -Fontes; -Pigmentos vs corantes.	-Cadeia carbônica; -Grupos funcionais; -Compostos orgânicos; -Ligações Químicas -Polaridade; -Solubilidade; -Forças intermoleculares; -Propriedades físicas Pontos de fusão e ebulição; -Funções inorgânicas -Mistura e técnicas de separações de sistemas; -Reações orgânicas: substituição, eliminação e adição; -Visão; -Luz; -Espectro de luz; -Cores (primárias e secundárias); -Disco de Newton; -Prisma de cores e refração.

Fonte: Autora (2022)

A temática dos corantes naturais, é um tema que tem perspectiva curricular, capaz de transformar-se em ferramenta de ensino e aprendizagem, a partir de conceitos e paradigmas que podem ser contextualizados na interface da Química com os estudos da educação artística.

Isto porque, o tema dos corantes naturais é aprender e ensinar conceitos fundamentais para a compreensão do processo de extração, tratamento dos corantes, das cores, os pigmentos dos corantes naturais, as principais fontes destes corantes, as propriedades físico-químicas e um pouco da história destes compostos e sua aplicabilidade por sujeitos históricos.

A partir dos corantes entendemos conceitos como polaridade dos compostos que compõem os corantes naturais, importantes para a escolha dos principais métodos de extração destes compostos, como extração por solventes orgânicos, bem como, diversos métodos de separação de misturas (maceração, calcinação, filtração, entre outros métodos). E por meios da análise das funções químicas e das características químicas e através das transformações de cristalização, fusão e solidificação são algumas das maneiras como a Química contribuir para estreitar a interface com Arte.

Além da temática ressaltar conceitos importantes para compreensão da estabilidade e toxicidade desses compostos químicos para colorir alimentos, artefatos, objetos e paredes.

Isto porque, os corantes, tintas e todos os materiais e objetos utilizados na produção de pinturas artísticas, estão sujeitos as leis, teorias e conceitos manipulados pela Química. Isto, porque estes conhecimentos impulsionaram melhores estudos com objetivo de produzir paletas de cores para serem usadas pelos pintores, identificar os seus componentes, baseados numa interpretação absolutamente técnica que dialogam entre a Arte e os conhecimentos químicos.

Portanto, entende-se que o tema dos corantes naturais envolve conhecimento popular, mas também permite a abordagem de questões científicas, tecnológicas, histórico-sociais e ambientais, que se alinha com um conjunto amplo de conceitos que podem ser discutidos e desenvolvidos em sala de aula. Os corantes naturais possibilitam o trabalho na interface com as artes pela exploração de conceitos envolvendo as técnicas de extração e obtenção, tratamento e propriedades físico-químicas do corante; bem como podem oportunizar a elaboração de hipóteses; a análise e a interpretação dos resultados para a solução de problemas que minimizem questões ambientais, socioculturais e econômicas (GOMES e COSTA, 2020), culminando em estratégias de formação integral, interdisciplinar e contextualizada. Além disso, uma abordagem dessa natureza se apresenta como adequada para atender aos objetivos formativos orientados pelos documentos oficiais da educação.

4. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO.

4.1. Caracterização da pesquisa

A presente dissertação tem natureza qualitativa com ênfase na pesquisa bibliográfica. Considerando esse contexto, foi adotado um levantamento de literatura que oportunizasse a construção de um material didático que estivesse alinhado com as orientações trazidas pelos atuais documentos norteadores da educação básica brasileira e apontassem no sentido de realização uma formação científica e cidadã dos estudantes do ensino básico.

Durante a realização da pesquisa bibliográfica, buscou-se garantir a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do trabalho, através da busca de informações e orientações nos documentos normativos oficiais da educação BNCC (2017), LDB (1996) e os PCNEM (2000), bem como nas plataformas da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e google acadêmico, monografias, revistas científicas indexadas e outras fontes, disponíveis em meios eletrônico e impresso. Durante a construção do material procurou-se dar ênfase aos aspectos científico-histórico-culturais, a contextualização e a interdisciplinaridade como forma de aproximar as ciências do cotidiano e estudantes do ensino básico. Seguindo esses pressupostos, o tema corantes naturais foi escolhido por fazer parte do cotidiano dos estudantes e permitir uma abordagem ampla de conceitos da química, física, biologia, história, meio ambiente e, em especial, das artes. Além disso, procurou-se seguir as orientações dadas por Souza e Sasseron (2012), Santos e Schnetzler (2015) e Chassot (2018) para a construção de uma proposta na perspectiva de realização da alfabetização científica.

A pesquisa bibliográfica foi dividida em duas linhas de estudo, a primeira teve como objetivo a construção e ampliação de conhecimentos acerca: do Ensino de Ciência em uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada pelo professor de Química; das abordagens pedagógicas aplicáveis; dos materiais didáticos como ferramentas de apoio ao professor; além de leituras e investigações sobre a LDB e os documentos curriculares para a educação básica no Brasil. Já a segunda linha buscou fundamentar o desenvolvimento do caderno temático através de um levantamento bibliográfico mais específico sobre o tema escolhido – os corantes na interface com a arte e seus desdobramentos.

O desenvolvimento do produto educacional, caderno temático “Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte” e as etapas de sua construção estão descritas na seção 4.2.

4.2. Construção do produto educacional proposto

O caderno temático “*Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte*” tem como objetivo oferecer suporte teórico/prático pedagógico para professores de Ciências/Química tematizando e envolvendo atividades teóricas e práticas de cunho interdisciplinar e contextualizadas, elucidando a aplicabilidade e inter-relacionando o estudo das ciências da natureza (química, física, biologia) com a arte. O tema abordado tem uma vasta possibilidade de estudo dos componentes curriculares contemplados na nova organização do currículo para o ensino de ciências da natureza em conjunto com outras áreas do conhecimento, embora o tema de corantes naturais não seja conceito integrante dos livros didáticos, principal recurso que orienta a dinâmica de sala de aula do professor.

Como ainda é escasso encontrar a definição do que é caderno temático e na literatura são raras as diretrizes que amparam a construção desse tipo de material, para direcionar a construção do caderno temático proposto, este trabalho seguiu como referência os indicadores de alfabetização científica propostos por Pizarro (2014); e as concepções de contextualização para o Ensino de Ciências propostas por Kato e Kawasaki (2011).

Pizarro (2014) propõe a utilização de oito indicadores como forma de averiguar o desenvolvimento da alfabetização científica do aluno, a partir da observação de habilidades e competências que o sujeito precisa apresentar para ser cientificamente alfabetizado. Esses indicadores também são frequentemente utilizados para avaliação de materiais didáticos. Com base em Pizarro (2014), nesse processo de avaliação, são observados o desempenho do aluno e o potencial que o material didático apresenta para:

1. Articular ideias (o aluno consegue estabelecer relações entre o conhecimento teórico, a realidade vivida e o meio em que está inserido);
2. Investigar (o aluno tenta responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e no conhecimento científico adquirido na escola);
3. Argumentar (está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula);
4. Ler em ciências (trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes reconhecendo características típicas do gênero científico e articulando essas leituras com conhecimentos prévios e novos);

5. Escrever em ciências (envolve a produção de textos que leva em conta as características típicas de um texto científico, assim como o posicionamento crítico do aluno diante de variados temas em ciências);

6. Problematicar (o aluno tem a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano e na sociedade em geral);

7. Criar (o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula);

8. Atuar (o aluno se compreende como um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente).

Kato e Kawasaki (2011), por sua vez, apresentam dez concepções para contextualização do ensino de ciências, que foram definidas a partir de documentos curriculares oficiais. Os autores ressaltam que todas as concepções compartilham:

Da noção de que contextualizar é articular ou situar o conhecimento específico da disciplina (parte) a contextos mais amplos de significação (todo), estes, sim, bastante variados: o cotidiano do aluno, a(s) disciplina(s) escolar(es), a ciência (referência), o ensino e os contextos histórico, social e cultural (KATO e KAWASAKI, 2011).

Com base nesses pressupostos, Kato e Kawasaki (2011) listam as seguintes concepções para contextualização do ensino de ciências:

1. Buscar relações com as experiências pessoais e sociais do aluno, a realidade do aluno e a cidadania;

2. Buscar relações com o mundo do trabalho;

3. Buscar relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade);

4. Buscar relações com a ciência, enquanto produto e processo;

5. Buscar relações com as ciências naturais, em especial, as ciências biológicas (as teorias evolutivas);

6. Buscar relações entre conhecimento científico e conhecimento escolar.

7. Buscar problematizar e situar o conhecimento escolar em relação a outras formas de conhecimento;

8. Buscar relações com elementos da cultura;

9. Buscar relações com a história da ciência; e

10. Buscar relações CTS.

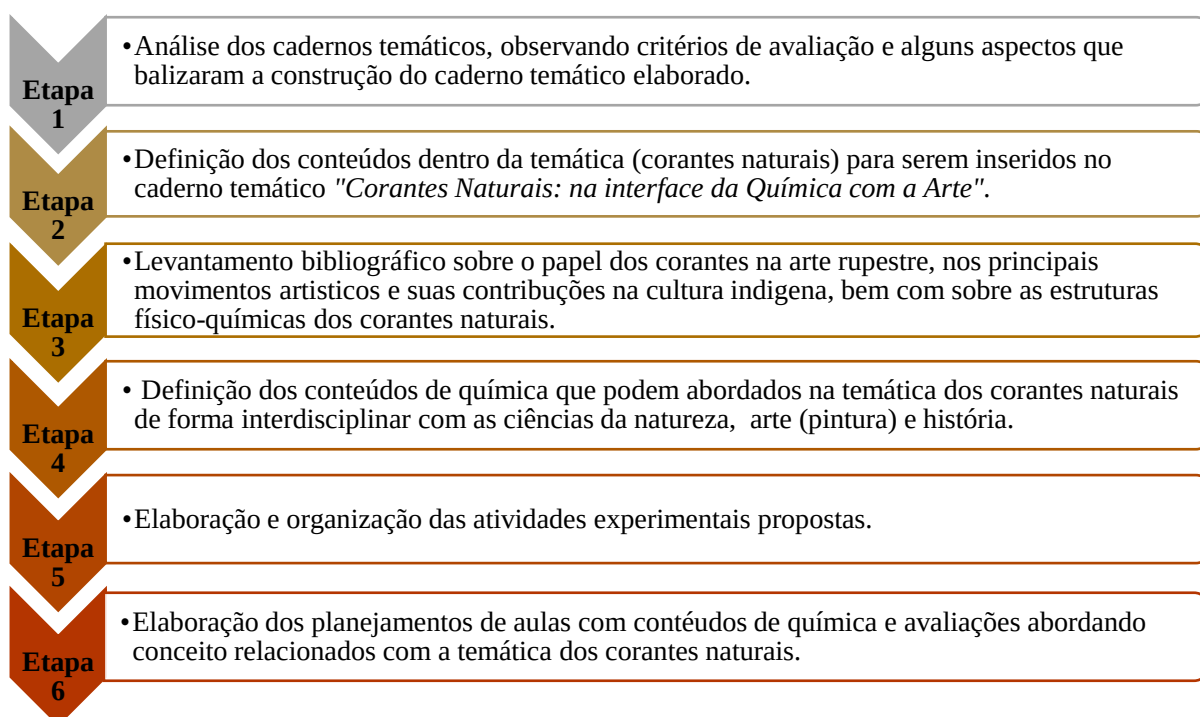
Essas concepções estão organizadas em cinco categorias de análise: cotidiano do aluno; disciplina(s) escolar(es); ciência; ensino; e os contextos histórico, social e cultural.

A partir desses aspectos, foram formuladas dez questões que nortearam a análise de alguns cadernos temáticos, adotados como trabalhos relacionados ao caderno desenvolvido nesta dissertação, elaborados em dissertações e instituições vinculadas ao ensino de ciência. Os trabalhos analisados também apoiaram a construção do caderno temático proposto nesta dissertação.

4.3. Organização do caderno temático Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte

O processo de elaboração do caderno temático Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte foi dividido em seis etapas, conforme estão apresentadas na Figura 11.

Figura 11 - Processo metodológico adotado para elaboração do caderno temático



Fonte: Autora (2022)

O caderno temático desenvolvido nesta dissertação (APÊNDICE A) explica os conhecimentos químicos que justificam a natureza dos corantes, as fontes, a diferença entre pigmentos e corantes, a definição do que é cor e luz, como o olho humano enxerga e percebe a luz, relacionando os estudos da química com a física, a biologia e a arte. Além da apresentação e do apêndice, o caderno está estruturado em seis seções, como detalhado a seguir.

Seção 1 - Introdução: Destacou os objetivos que motivaram a construção do material didático para professores da ciência química, relacionando os estudos artísticos com as ciências da natureza. Mostrou ainda a relevância que a contribuição dos materiais didáticos tem para

orientar as práticas pedagógicas, principalmente, a partir da nova organização curricular determinada pela BNCC para professores de química.

Seção 2 - Química na interface com a Arte: A proposta da seção é explorar as interfaces com outras áreas, de forma interdisciplinar, relacionando as teorias fundamentais do estudo da ciência química com as artes (pinturas). Assim, foi realizado um levantamento na literatura acerca das técnicas de obtenção e o papel dos corantes e das cores para os sujeitos históricos, através do estudo das pinturas rupestres, gregas, romanas, renascentistas, impressionistas e modernistas, além da arte indígena e de suas manifestações culturais.

Seção 3 - O que é a luz? Como o olho humano observa as cores? É abordado o funcionamento da visão e o comportamento da luz para a compreensão da caracterização das cores. Nesta seção foi primordial estudar, a partir da concepção do funcionamento da visão humana, a definição da natureza da luz e de como ocorre a formação das cores no ambiente que nos cerca; além do estudo acerca do espectro eletromagnético de luz visível e do estudo dos três fenômenos ópticos: reflexão, refração e absorção, para compreender que a cor não é uma característica inerente ao objeto, mas que a cor que enxergamos é explicada pelos fenômenos ópticos.

Seção 4 - Pigmentos e Corantes - A seção esclarece a origem, a definição, as propriedades químicas distintas e o comportamento entre pigmento e corante, uma vez que, os corantes são pilares essenciais para a produção de artes (pinturas) desde a pré-história até os tempos atuais. Neste trecho no caderno também é ressaltado que a ascensão dos movimentos artísticos só foi possível em paralelo ao desenvolvimento dos processos de produção de corantes (extração, obtenção, comércio), do conhecimento químico e dos avanços tecnológicos. Também foram estudados os conceitos químicos que abrangem e explicam o comportamento dos corantes naturais, observando-os sob os âmbitos político, social e ambiental, reforçando, assim, a versatilidade da temática abordada, que gera muitas possibilidades de se ensinar e aprender.

Seção 5 - A Química e os Corantes Naturais - Essa seção foi elaborada a partir de um breve levantamento bibliográfico para apresentar, de forma contextualizada, as fontes dos principais corantes naturais, a estrutura química, as propriedades, e as reações dos corantes naturais presentes em vegetais (frutas, verduras, folhas, etc.), com intuito de compreender os importantes conceitos e leis que possibilitaram uma melhor explicação das questões pertinentes ao funcionamento dos corantes, da natureza orgânica ou inorgânica, da produção, das mudanças de cores e do uso dos corantes naturais.

Seção 6 – Propostas de atividades práticas associadas ao tema: Nessa seção foram propostas atividades experimentais acerca do tema, para que os professores possam aplicar com os estudantes, com o objetivo de estimular ainda mais o interesse dos estudantes pela explicação e resolução de problemas, e de perceberem a importância de adquirir o conhecimento científico. As atividades experimentais são suplementos necessários para obtenção de um bom desempenho dos resultados que são esperados. O roteiro dessas atividades são orientações fundamentais para os professores e para a formação integral dos estudantes, para que eles aprendam a interpretar o mundo a sua volta. Possibilitando também que os professores se sintam mais capacitados em inovar pedagogicamente como mediadores da aprendizagem.

Nos apêndices são apresentadas propostas de planos de aulas como sugestões didáticas para os professores potencializar suas práticas.

O caderno oferece conhecimentos que podem ser trabalhados por outras disciplinas e que são indispensáveis para motivar a integração do conhecimento e aquisição da aprendizagem científica por meio da temática. O material também aborda conceitos específicos importantes para o professor conduzir com êxito o aprendizado no sistema educacional. As questões que cercam os alunos instigam a desenvolverem habilidades como pensar, criar, formular hipóteses, pesquisar, analisar dados e investigar.

Todavia, em razão da suspensão das aulas presenciais recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em virtude da pandemia de COVID-19, e acatada pelo Ministério da Saúde do Brasil através da Portaria nº 188 de 03/02/2020 e pelo Governo do Estado de Alagoas no decreto nº 69.527 de 17/03/2020, bem como pela falta de tempo hábil e defasagem escolar após o retorno das aulas presenciais, não foi possível realizar a aplicação do produto educacional elaborado no Expoente Colégio e Cursos, localizado no município de Maceió – Alagoas, conforme estava planejado. Compreende-se, portanto, que se faz necessária uma pesquisa futura para realizar uma avaliação junto ao público-alvo (professor de química do ensino médio) acerca do produto educacional proposto, visando verificar os ajustes e melhorias necessárias para aprimorar o caderno temático.

5. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, será realizada a análise de alguns trabalhos que elaboraram cadernos temáticos como proposta de material didático. A discussão apresentada considerou tanto trabalhos direcionados para o ensino de química, como cadernos temáticos desenvolvidos para outras áreas do conhecimento, mas que se aproximam da proposta formulada nesta dissertação.

Serão analisados, os cadernos temáticos elaborados nas dissertações de Miranda (2010) e Arruda (2020); pelo Instituto de Química - UNICAMP (Teixeira e jardim, 2004); Usina Ciência - UFAL (Piatti e Rodrigues, 2005) e pela Secretária da Educação Profissional e Tecnológica - MEC (2004-2010).

Como mencionado na seção 4.2, esses trabalhos serviram de referencial para a construção do caderno temático proposto e foram analisados a partir das questões apresentadas a seguir:

- 1) O caderno propõe situação-problema para a temática abordada, oferecendo ao aluno a oportunidade de questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano?
- 2) O conteúdo apresentado tem potencial para despertar o interesse do aluno pelo assunto abordado e estimulá-lo a pesquisar/investigar outras fontes de informações?
- 3) Apresenta propostas de atividades (resoluções de exercícios, atividades experimentais ou de outra natureza) de forma a induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos?
- 4) Oferece a oportunidade de diálogo e/ou relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade)?
- 5) O material apresenta relação com elementos culturais, históricos, sociais, econômicos e ambientais?
- 6) As atividades apresentadas consideram as experiências do aluno, sua realidade e a cidadania?
- 7) Tem potencial para fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar?
- 8) Os conteúdos estão distribuídos de forma sequencial e de fácil entendimento, mantendo-se dentro da temática?
- 9) As ilustrações são atrativas e colaboram com a aprendizagem do conteúdo em questão pelo aluno?
- 10) A linguagem adotada no material apresenta textos e demais recursos (gráfico, fórmulas etc.) de forma clara e que facilite a compreensão das informações apresentadas?

As questões foram respondidas de forma objetiva, com sim, parcialmente ou não, e estão apresentadas no Quadro 02.

5.1. Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais (PIATTI e RODRIGUES, 2005)

Figura 12 - Capa do caderno temático *Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais*



Fonte: Piatti e Rodrigues (2005)

O caderno temático *Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais* (Figura 12), elaborado por Piatti e Rodrigues (2005), foi um trabalho motivado pelo projeto da Série Conversando sobre Ciências em Alagoas, financiado pela Secretária do Ensino Superior do MEC e idealizado pela Usina Ciências juntamente com o Museu de História Natural, setores da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Os autores buscaram contribuir com a prática profissional de professores de Ciências Naturais e com o aprendizado de alunos do Ensino Fundamental e Médio, com foco em um ensino interdisciplinar, contextualizado e motivador. A elaboração do caderno temático de Piatti e Rodrigues (2005) também foi motivada pela escassez de recursos didáticos que relacionassem a temática dos plásticos a conceitos de química no contexto de mundo da vida dos estudantes no início dos anos 2000. O caderno foi disponibilizado de forma impressa e digital no site da Usina Ciência¹, com o objetivo de alcançar o maior número possível de professores.

Apesar de ser um conteúdo científico, o caderno apresenta uma linguagem textual clara e de fácil compreensão, contribuindo no entendimento dos conceitos acerca dos plásticos. Além disso, o caderno é ilustrado com muitas figuras que exemplificam e auxiliam na aprendizagem desses conceitos.

¹https://usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf/view.

O conteúdo do caderno está organizado em seções que apresenta o tema dos plásticos a partir de várias questões que envolvem o assunto, tais como: a origem do plástico; os diferentes tipos de plásticos; a terminologia científica do assunto; a diferença entre polímero e plásticos; quais as principais reações para a produção do plástico; as propriedades dos polímeros e os impactos ambientais associados ao plástico; como ocorre a produção de plástico no Estado de Alagoas.

Percebe-se que os autores almejavam discutir ciências por meio de uma temática promissora, denominada a Era dos plásticos, com a finalidade de desenvolver em sala de aula um processo de ensino aprendizagem significativo e efetivo, que se estende para o mercado de trabalho, bem como, para as contribuições econômicas do PVC para o estado de Alagoas.

Além disso, foi considerado o potencial do tema para a educação básica, por meio de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, tratando questões sobre os impactos do descarte dos plásticos no meio ambiente, observando o tempo de degradação dos plásticos, plásticos biodegradáveis, entre outras questões da área das ciências biológicas. Outra forma de contextualizar o assunto no caderno foi tratar da produção do plástico em Alagoas a partir de um cenário conhecido dos estudantes.

O caderno traz como sugestões de atividades a visitação a empresas de reciclagem, para os alunos entenderem o processo de produção e os produtos confeccionados, como também o desenvolvimento de projetos escolares que tratassem o tema de forma dinâmica com alunos da rede pública de ensino. Piatti e Rodrigues (2005) consideraram tanto o projeto, quanto a visitação, instrumentos que facilitam o processo de ensino e aprendizagem e que servem de estímulos para os alunos.

Para encerrar o caderno temático sobre plásticos, o material dispõe uma relação dos possíveis conteúdos que podem ser trabalhados nas três dimensões da área de Ciências Naturais contempladas nos PCN's: conceituais, procedimentais e atitudinais.

Apesar de apresentar um bom conteúdo científico, o caderno não apresenta proposições que ofereçam oportunidade para o aluno questionar e relacionar o conhecimento adquirido com suas experiências pessoais e sociais; tem limitações na quantidade de atividades propostas e no encaminhamento do desenvolvimento de novas pesquisas pelos alunos, como também não problematiza a temática abordada.

5.2. Caderno Saúde e Números (MIRANDA, 2010)

Figura 13 - Capa do caderno temático Caderno Saúde e Números



Fonte: Miranda (2010)

O caderno temático desenvolvido por Miranda (2010), *Caderno Saúde e Números* (Figura 13), foi motivado pela necessidade de suprir a carência de materiais e livros didáticos destinados ao ensino aprendizagem de matemática dos alunos do curso técnico em Agente Comunitário de Saúde no Programa de Integração à Educação Básica na Modalidade Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) do instituto Federal Norte de Minas – Campus Januária e do IF Sudeste de Minas – Campus Rio Pomba. Visando atender essa demanda, Miranda (2010) propõe o desenvolvimento de um caderno temático para o ensino de matemática no curso do PROEJA, tendo como público-alvo discentes e docentes. A construção do caderno foi formulada a partir das necessidades percebidas pelos professores e relatadas pelos estudantes do curso, tomando como ponto de partida a carga horária.

O caderno foi construído propondo um ensino de matemática de forma interdisciplinar e significativa, com aplicação das noções básicas de matemática na área de saúde, seguindo a matriz curricular do curso, bem como o direcionamento dos documentos normativos da educação. Propõe ainda um ensino contextualizado, que considera o conhecimento prévio dos alunos, com o objetivo de possibilitar um processo de ensino aprendizagem significativo e efetivo. Também apresenta relação com elementos sociais (saúde pública), culturais, históricos e ambientais.

O conteúdo do material proposto por Miranda (2010) tem uma linguagem clara e objetiva, menos técnica e de fácil compreensão, é capaz de incentivar os estudantes a praticarem o que aprenderam e a participarem de todo o processo de ensino e aprendizagem. Seu conteúdo é sistematizado em fichas, sem a necessidade de ordem pré-estabelecida. Porém, apresenta uma introdução que explica os conceitos abordados, avaliação para os conteúdos e atividades práticas experimentais. Parte das informações e conteúdos estão organizados de forma que

possibilitam o aluno retomar as situações problema propostas no início das unidades didáticas do caderno.

O caderno elaborado tem o intuito de influenciar o educador para o ensino de matemática com caráter investigativo e interdisciplinar, usando a experimentação de disciplinas de ciências da natureza, resolução de problemas e uso de computadores.

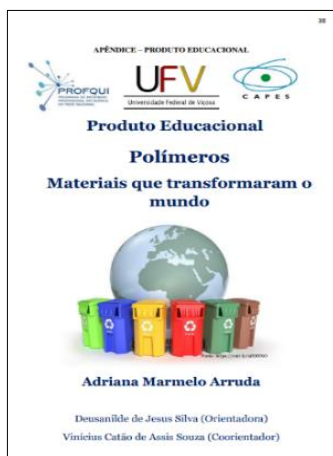
A parte concernente aos alunos é composta de reportagens e outros subsídios textuais que motivam o compromisso com a cidadania e a coletividade. As atividades do caderno estão organizadas em dez unidades didáticas (UD) que envolvem temas de saúde pública, como por exemplo, a obesidade. Essas UD são ainda subdivididas em sete seções: discutindo o texto; atividades; dialogando com outras áreas do conhecimento; dialogando com a Matemática; ampliando os conhecimentos; investigando com ajuda da tecnologia; e um projeto final para que os alunos assumam responsabilidades. As atividades potencializam oportunidades para os estudantes adquirirem a habilidade de argumentar, buscarem outras fontes de informações, entre outras.

Algumas atividades do caderno apresentam situações ou conflitos de saberes onde os estudantes podem se utilizar do referencial científico adquirido de forma a realizar intervenções e mudanças no cotidiano em que estão inseridos.

Para o professor, o material é disponibilizado na forma de um CD, contendo as atividades apresentadas no material do aluno, fichas com orientações metodológicas referentes a cada unidade didática, como também outros recursos para apoio didático do docente, entre eles, vídeos, softwares etc. O caderno desenvolvido possibilita a realização de um trabalho interdisciplinar com docentes das áreas de química, informática, educação física, biologia, entre outros. Traz ainda orientações pedagógicas e conceituais para o professor desenvolver ao longo da construção do conhecimento científico, os conteúdos, a avaliação, o tempo de duração das atividades, os objetivos de aprendizagem, com a finalidade de melhor estruturar o processo de ensino e aprendizagem.

5.3. Polímeros Materiais que transformaram o Mundo (ARRUDA, 2020)

Figura 14 - Capa do caderno temático Polímeros Materiais que transformam o Mundo



Fonte: Arruda (2020)

A motivação para o desenvolvimento do caderno temático de Arruda (2020), ***Polímeros Materiais que transformaram o Mundo*** (Figura 14), surgiu da experiência docente vivenciada pela autora na rede pública do Estado do Rio de Janeiro, ao constatar que a disponibilização de materiais acessíveis e com bons conteúdos é essencial para a complementação dos estudos de Química. Nesse sentido, a autora verificou que a temática de Polímeros, apesar de ser muito importante na sociedade, era pouco explorada nas escolas. Essa temática está relacionada a compostos naturais e sintéticos que revolucionaram o mundo e que permite ao homem ter atualmente uma melhor qualidade de vida. O trabalho evidencia a necessidade da discussão da abordagem da temática no viés da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e as consequências ambientais, com reflexos para além da sala de aula.

Diante desse contexto, foi elaborado um caderno paradidático para complementar o estudo dos conceitos que balizam o desenvolvimento de habilidades e competências exigidas pela BNCC no Ensino de Ciências, considerando ainda estratégias de ensino fundamentadas no questionamento de problemáticas complexas atuais e interdisciplinar, a partir do tema. Podem ser abordadas pelo trabalho disciplinas como: Química, Biologia, História, Meio ambiente e Tecnologia.

O caderno paradidático proposto por Arruda (2020) é um material textual que apresenta explicações sobre os assuntos fundamentais e importantes para compreensão do que são polímeros, os tipos de polímeros, as características dos plásticos, como podem ser encontrados no cotidiano, seus benefícios, reações químicas de obtenção, e as origens dos polímeros, além de toda introdução da parte de química orgânica, fundamental para compreender as características dos polímeros no 3º ano do médio.

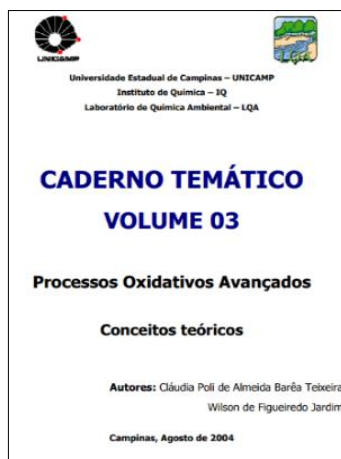
O caderno sobre polímeros traz muitas figuras que exemplificam sua aplicação no dia a dia e facilitam a compreensão dos conceitos mais abstratos acerca do tema. Além disso, apresenta dois planejamentos de atividades experimentais, com questionamentos para serem respondidos e debatidos pelos estudantes, possibilitando que os estudantes desenvolvam habilidades de investigar e buscar em outras fontes de informação. A linguagem do material é de fácil compreensão, está direcionada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, e tem como objetivo principal complementar os estudos realizados em sala de aula, através de atividades que favoreçam a assimilação desses conteúdos. Para isto, a organização do conteúdo é feita numa sequência que sempre retoma a proposta inicial do produto educacional.

O material disponibiliza atividades que os alunos precisam da aplicação do referencial científico adquirido para resolvê-las. O material apresenta ainda relações com elementos da cultura, da história, do social e ambiental.

Busca promover o Ensino de Ciência a partir da problematização de uma demanda real, incentivando os alunos a solucionar e a explicar o problema e, por último, aplicar os conhecimentos científicos que poderão ajudá-lo a resolver a problemática e assumir uma postura ética e crítica em sua comunidade.

5.4. Processos Oxidativos Avançados: Conceitos Teóricos (TEIXEIRA e JARDIM, 2004)

Figura 15 - Capa do caderno temático Processos Oxidativos Avançados: Conceitos teóricos



Fonte: Teixeira e Jardim (2004)

O caderno foi elaborado por Teixeira e Jardim (2004), membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Química Ambiental (LQA) do Instituto de Química da Universidade Federal de Campinas (UNICAMP) (Figura 15). O caderno é caracterizado como um material técnico conceitual que serve de recurso para a disciplina de LQA. Para atingir os objetivos da disciplina,

o caderno aborda conceitos teóricos sobre tecnologias convencionais e avançadas, como soluções para tratamento de água e efluentes industriais e domésticos, com o intuito de minimizar contaminantes através da remoção de poluentes orgânicos.

Sendo assim, o caderno temático *Processos Oxidativos Avançados: Conceitos Teóricos* foi desenvolvido com o intuito de oferecer soluções para minimizar a poluição ambiental resultante de lançamentos de resíduos provenientes tanto do crescimento populacional, quanto do modelo econômico atual, através da implementação de processos/ações que tratam efluentes líquidos, utilizando o método dos Processos Oxidativos Avançados (POA).

O caderno temático está organizado em duas seções, a primeira versa sobre as tecnologias convencionais que envolvem dois métodos de tratamento. Enquanto a segunda, apresenta um contexto histórico e os conceitos sobre os processos oxidativos avançados. No tópico sobre o contexto histórico do tratamento oxidante, como processo importante que acompanha o desenvolvimento industrial, são elencados os avanços na série de tecnologia de tratamento disponível no mercado para a técnica POA para matriz líquida.

Nessa seção, também é apresentado o conteúdo sobre os principais sistemas típicos de POA, que estão divididos em processos homogêneos e heterogêneos. O caderno traz ainda um tópico sobre monitoramento dos processos oxidativos avançados como fator importante nas reações de degradação envolvidas. Nesse tópico, são ainda apresentados os equipamentos para determinar a quantidade de carbono orgânico total, composto que possibilita determinar tanto a qualidade quanto a quantidade de contaminante em efluentes, rios etc.

O caderno traz também uma reflexão sobre desenvolvimento sustentável e as mudanças necessárias nas legislações, com medidas restritivas para o enfrentamento da poluição. Além disso, é discutida a ideia de um programa de educação ambiental para auxiliar na conscientização da população, com a perspectiva de minimizar as consequências da poluição.

O caderno temático *Processos Oxidativos Avançados*, possui uma linguagem mais técnica, é direcionado para a formação profissional de estudantes da graduação e pós-graduação na área de Química e Meio Ambiente. Ademais, não apresenta ilustrações que colaborem para facilitar o entendimento do conteúdo abordado. O trabalho também não propõe nenhum tipo de atividade, seja ela teórica ou prática, que envolva os alunos de forma mais efetiva no processo de ensino aprendizagem e desperte o interesse do aluno em buscar novas informações.

O material apresenta uma cronologia dos conteúdos e retoma sempre a ideia inicial da temática proposta, também propõe relações com elementos que dialogam de forma breve com a história, o custo-benefício e as consequências ambientais da técnica. Contudo, seu conteúdo é essencialmente mais informativo, não está destinado diretamente para o ensino aprendido

dos estudantes; não apresenta situações que problematizem a temática. O caderno também não apresenta um conteúdo que capacite o aluno para intervir na realidade do aluno.

5.5. Cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional e Tecnológica do MEC (2004-2010)

Figura 16 – Capas de cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional Tecnológica do MEC (2004-2010)



Fonte: Secretaria da Educação Profissional Tecnológica (2004-2010)

Os trabalhos desenvolvidos pela **Secretaria da Educação Profissional e Tecnológica (2004-2010)** resultaram do Programa Nacional de Escola de Gestores da Educação Básica, que integrou um conjunto de ações que tiveram início em 2005, com o curso-piloto de extensão em gestão escolar (100 horas), ofertado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (Figura 16). O projeto do curso-piloto foi desenvolvido por um grupo de especialistas em educação a distância com notório saber na área de educação. A meta da etapa 1 do projeto-piloto foi envolver 400 gestores, em exercício em escolas técnicas, em uma parceria com instituições públicas de Ensino Superior.

A finalidade dos Cadernos Temáticos desenvolvidos no projeto foi divulgar trabalhos, pesquisas e projetos de servidores, professores e alunos da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. Pretendia-se que, à medida que os cadernos eram produzidos, mais escolas do ensino médio tivessem acesso ao material.

Os cadernos Temáticos da Educação Profissional foram organizados em cinco séries com cinco volumes cada uma. Trazem como conteúdo resumos e artigos científicos, relatos de experiência, práticas pedagógicas, reportagens acerca da formação profissional no Brasil. Dentre os conteúdos, destacam-se os relatos, que descrevem experiências desenvolvidas por professores e alunos das escolas federais, em ações e estudos produzidos em uma ligação explícita com a realidade de cada região.

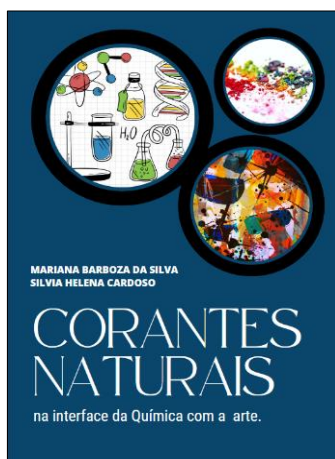
Os cadernos temáticos das séries um a três apresentam os temas: Meio ambiente (2004); Qualidade de vida (2004); Riqueza e Tecnologia Brasileiras (2005); Comunicação, informática, multimeios e interdisciplinaridade (2005) e comunidade (2005). A série quatro apresenta temas de áreas distintas: Ciência de alimentos e Educação multidisciplinar (2007-2008). A quinta e última série dos cadernos temáticos, tem matérias produzidas e publicadas que abordam diversos temas nas áreas de: Comunicação e Cultura (2010); Agricultura e Recursos Naturais (2010); Indústria e Comércio (2010); Comunidade (2010); e Desenvolvimento e Sustentabilidade (2010).

Os conteúdos abordam, dentro de cada tema, a diversidade das regiões e a realidade do cotidiano do público-alvo, tratam de questões como cultura, economia, história local e saúde. Os relatos e os artigos dos cadernos trazem também situações que incentivam uma postura mais ética e cidadã do aluno.

O material possui uma linguagem clara e explicativa, com perfil mais informativo que conceitual, é contextualizado e trata de temáticas transversais. Além disso, os textos são bem ilustrados, com imagens que complementam e enriquecem a informação. No entanto, por serem textos informativos, seus conteúdos não são aprofundados, dificultando que o aluno tenha uma compreensão mais aprofundada a respeito do tema. Os cadernos também não dispõem de atividades pedagógicas, sejam práticas ou teóricas. Não trazem nenhum tipo de reflexão ou questionamento para instigar o aluno a buscar outras fontes de informação. Além disso, a série de cadernos temáticos não apresenta nenhuma situação-problema do tema abordado.

5.6. Análise comparativa dos trabalhos relacionados na construção do caderno temático Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte

Figura 17 - Capa do caderno temático Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte



Fonte: Autora (2022)

A partir das questões apresentadas no início do capítulo 5, foi realizada uma avaliação comparativa entre os trabalhos citados anteriormente e o Quadro 02 foi elaborado. O quadro mostra que os cadernos temáticos Saúde e Números (2010) e Polímeros Materiais que transformaram o Mundo (2020) apresentaram melhores avaliações, respondendo positivamente a 90% das questões. O caderno de Saúde e Números problematizou a temática parcialmente e o Caderno Polímeros não disponibilizou atividades suficientes para induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos.

O trabalho de Piatti e Rodrigues (2005) e os cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional Tecnológica do MEC (2004-2010) apresentaram avaliações menos satisfatórias, apenas 60% das questões foram respondidas positivamente. Apesar de terem conteúdo de boa qualidade, bem distribuído, atrativo e com ilustrações significativas, esses cadernos não possuem atividades significativas e/ou não dispõem reflexões que despertem o interesse do aluno a buscar e pesquisar por novas informações e a participar de forma efetiva do processo de ensino aprendizagem.

Já o caderno de Teixeira e Jardim (2004) foi o que menos correspondeu as questões formuladas nesta dissertação, apenas 20% das questões foram respondidas positivamente. O caderno não considerou questões como: situação-problema; atividades que induzam o aluno a articular suas ideias e considerem as experiências do aluno sua realidade e a cidadania; questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar.

A partir da avaliação realizada foi possível constatar que a maioria dos cadernos temáticos abordados neste trabalho apresentou carência de atividades pedagógicas, sejam teóricas ou práticas, que estimulassem uma interação mais significativa do aluno com o conteúdo e que despertassem o interesse desse aluno em ampliar seus conhecimentos com pesquisas complementares. Outro aspecto observado foi que, na maioria dos materiais, os conteúdos foram bem-trabalhados, distribuídos de forma lógica e bem-organizada, com abordagem contextualizada e ilustrações atrativas que contribuem para aprendizagem do aluno.

A partir dessas análises, o caderno temático "Corantes Naturais: na interface da química com a arte" foi construído.

No desenvolvimento do caderno, a temática dos corantes naturais foi abordada a partir de uma perspectiva histórica, sociocultural e científica, buscando uma discussão sobre o assunto de forma contextualizada, tal como acontece nos cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional e Tecnológica.

Além disso, o conteúdo foi apresentado de forma a retomar sempre a situação-problema inicial, seguindo uma sequência lógica de informações, de forma clara e organizada, assim como foi observado em todos os trabalhos analisados. O texto do caderno é de fácil compreensão, mesmo empregando uma linguagem mais técnica nos assuntos de química. As ilustrações utilizadas foram significativas para tornar o caderno mais atrativo e facilitar a compreensão do conteúdo químico, bem como, para exemplificar os conteúdos de história, arte, biologia e física abordados.

O material desenvolvido como produto final desta dissertação apresenta também elementos que dialogam com a ciência, tecnologia e sociedade, advogando sobre a dimensão do conhecimento científico, igualmente fundamental para os princípios da contextualização e interdisciplinaridade. Além disso, o caderno possui um conteúdo de caráter transversal, possibilitando que o material seja utilizado de maneira multidisciplinar, proporcionando a interação da disciplina de Química com outras áreas do conhecimento, como História, Geografia, Artes, Física, Biologia. Ou seja, apresenta conteúdos que conectam o eixo das ciências da natureza com as ciências humanas.

Por ser um tema pouco debatido no ensino de ciência e raramente apresentado nos livros didáticos, o caderno temático "Corantes Naturais: na interface da química com a arte" tem o potencial de despertar no aluno a curiosidade pelo assunto e, conseqüentemente, o interesse em buscar novas informações.

Considerando a carência de oferta de atividades pedagógicas constatada na maioria dos cadernos temáticos analisados anteriormente, o produto educacional proposto disponibilizou atividades, teóricas e práticas, visando criar um ambiente favorável a interação, a participação coletiva e a produção do conhecimento. Uma das atividades propõe uma prática sobre a possibilidade de produção de corante natural a partir do jamelão, fruto muito comum no cotidiano dos alunos de Alagoas.

O material didático proposto nesta dissertação foi desenvolvido para apoiar professores de Química em sua prática docente, nesse sentido, são disponibilizados planos de aula como suporte para o trabalho pedagógico do professor, contribuindo para sua autonomia em sala de aula. Os planos sugeridos possibilitam ao professor expandir suas estratégias metodológicas e trabalhar todos os possíveis assuntos de química envolvidos na temática. São propostas ainda a realização de atividades que envolvem uma demanda real e, a partir disso, buscar estimular os alunos a organizar/sistematizar os conhecimentos adquiridos e prévios que poderão ajudar a explicar a situação, bem como, solucionar o problema em discussão. Essas atividades contribuem para o aluno assumir uma postura ética e cidadã em sua comunidade.

Quadro 02 – Avaliação dos cadernos temáticos avaliados para apoiar a construção do caderno temático Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte

CADERNOS TEMÁTICOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									
	1. O caderno propõe situação-problema para a temática abordada, oferecendo ao aluno a oportunidade de questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano?	2. O conteúdo apresentado tem potencial para despertar o interesse do aluno pelo assunto abordado e estimulá-lo a pesquisar/investigar outras fontes de informações?	3. Apresenta propostas de atividades (resoluções de exercícios, atividades experimentais ou de outra natureza) de forma a induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos?	4. Oferece a oportunidade de diálogo e/ou relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade)?	5. O material apresenta relação com elementos culturais, históricos, sociais, econômicos e ambientais?	6. As atividades apresentadas consideram as experiências do aluno, sua realidade e a cidadania?	7. Tem potencial para fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar?	8. Os conteúdos estão distribuídos de forma sequencial e de fácil entendimento, mantendo-se dentro da temática?	9. As ilustrações são atrativas e colaboram com a aprendizagem do conteúdo em questão pelo aluno?	10. A linguagem adotada no material apresenta textos e demais recursos (gráfico, fórmulas etc.) de forma clara e que facilite a compreensão das informações apresentadas?
1. Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais (2005)	SIM	PARCIAL-MENTE	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	PARCIAL-MENTE	SIM	SIM
2. Saúde e Números (2010)	PARCIAL-MENTE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3. Polímeros Materiais que transformaram o Mundo (2020)	SIM	SIM	PARCIAL-MENTE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4. Processos Oxidativos Avançados (2004)	NÃO	PARCIAL-MENTE	NÃO	PARCIAL-MENTE	PARCIAL-MENTE	NÃO	NÃO	PARCIAL-MENTE	SIM	SIM
5. Cadernos temáticos desenvolvidos pela Secretaria da Educação Profissional e Tecnológica do MEC (2004-2010)	NÃO	PARCIAL-MENTE	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	PARCIAL-MENTE	SIM	SIM
6. Corantes Naturais: na interface da Química com a Arte (2022)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Autora (2022)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação foi desenvolvida com base no estudo acerca do ensino de Química, inserido na área de Ciências da Natureza, através de uma revisão de literatura. A partir desse estudo foi possível verificar os desafios enfrentados no processo de ensino-aprendizado da química e entender a importância dos materiais didáticos nesse processo. O estudo também revelou a contribuição dos documentos curriculares legais como a BNCC e a LDB, quando estabelece orientações para implementar uma proposta de ensino interdisciplinar e contextualizada com o cotidiano do aluno, com a finalidade de reverter a realidade de um ensino fragmentado e alcançar uma aprendizagem efetiva.

Através do conhecimento construído, observou-se que as mudanças curriculares propostas pelos documentos e as leis não apresentaram suporte concreto para atuação dos profissionais da educação. Nessa perspectiva, e considerando a efetiva contribuição dos materiais didáticos, foi concebido nesta dissertação um caderno temático para apoiar professores de Química em sala de aula.

O caderno temático desenvolvido adotou a temática *Corantes Naturais na interface da Química com a Arte* para abordar conteúdos de química de forma contextualizada e interdisciplinar. Dentro desse contexto, o caderno é constituído por textos, atividades experimentais e planos de aula. O professor pode utilizar o material didático produzido de acordo com seus objetivos de ensino em sala de aula.

Durante a elaboração do caderno temático também foi constatada uma carência de literatura que oriente a produção de cadernos temáticos como o desenvolvido neste trabalho, sobretudo, para o ensino de ciência. Sendo assim, para desenvolver o caderno proposto foram utilizados trabalhos de Piatti e Rodrigues (2005), Miranda (2010), Arruda (2020), Teixeira e Jardim (2004) e da Secretaria da Educação Profissional e Tecnológica do MEC, que foram avaliados a partir dos indicadores de alfabetização científica de Sasseron (2008) e da concepção de contextualização para o ensino de Ciências dos autores Kato e Kawasaki (2011). Essa avaliação foi importante para identificar aspectos que são necessários a um bom material didático.

Pode-se concluir, portanto, que a disponibilização de um caderno temático, em sintonia com o novo modelo de ensino, para apoiar os professores de Química, colabora para elevar a autoconfiança e segurança do professor em sua prática pedagógica, pois os conteúdos e as atividades propostas no caderno dão suporte ao saber-fazer do docente e facilitam que o aluno assimile os conceitos abordados.

Todavia, ressalta-se a necessidade de pesquisas futuras para avaliar a aplicação do caderno temático em sala de aula, buscando realizar possíveis ajustes que se façam necessários ao aprimoramento do material. Além disso, com a perspectiva de prosseguir com o trabalho e expandir os estudos iniciados nesta dissertação, pretende-se desenvolver como trabalhos futuros: um ebook do caderno temático elaborado, com o objetivo de se obter maior alcance de público; um estudo mais aprofundado acerca da produção de materiais didáticos com a intuito de propor algumas diretrizes que possam guiar o desenvolvimento de cadernos temáticos; ampliar o escopo do trabalho expandindo a proposta desenvolvida para professores de ciências do ensino fundamental; divulgar os resultados alcançados nesta dissertação em congressos e revista científicas, através de publicação de artigos.

7. REFERÊNCIAS

ARRUDA, Adriana Marmelo. **Elaboração de um material paradidático para discutir o conteúdo de polímeros no Ensino Médio: em foco a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de Química**. Dissertação (Mestre em Química). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, p 106. 2020. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/27749/1/texto%20completo.pdf>> Acesso em: 05 set.2022.

AIUB, Monica. Interdisciplinaridade: da origem à atualidade. **O mundo da Saúde**, v. 30, n. 1, p. 107-116, 2006. Disponível em: http://www.saocamilosp.br/pdf/mundo_saude/34/interdisciplinaridade.pdf acesso em: dez.2022.

AZEREDO, Laís dos Santos et al..CORANTES: NATURAIS E ARTIFICIAIS. **Universo Campos dos Goytacazes**, Rio de Janeiro, v 2, n 6, p 17,2016. Disponível em:<<http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1CAMPOSDOSGOYTACAZES2&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=3453&path%5B%5D=2337>> Acesso em: jan.2022.

BACKES, Nêmera Francine. contextualizando a química da rede produtiva de tabaco no cotidiano de estudantes, agricultores e familiares: importância, riscos e precauções. Teses e Dissertações PPGEICIM, 2017. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/283/285> Acesso em: dez.2022.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; COSTA, Priscila Carozza Frasson; NASCIMENTO, William Júnior. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID465/v13_n1_a2018.pdf > Acesso em: jun. 2022.

BORGES, G. L. de A. Cadernos de formação: formação de professores e didática de conteúdos, v. 10. São Paulo: **Cultura Acadêmica**, 2012.

BRASIL. MEC/CNE. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

BRASIL, MEC. Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Brasília,1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm Acesso em: jan.2022.

BRASIL, MEC. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>: Acesso em 02 jul.2022.

BRASIL, MEC. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf > acesso em 10 Abr .2022.

BRASIL, MEC. Ministério da Educação e Cultura. **Sistema Nacional de Informações da Educação Profissional e Tecnológica** (Sistec). Brasília, 2004 -2010. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/190-secretarias-112877938/setec-1749372213/12504-cadernos-tematicos>>. Acesso em: dez.2020.

BROUILLARD, R. Estrutura química das antocianinas. Em Markakis, P., ed. Antocianinas como corantes alimentares. **Academic Press**, Nova York, pp 1-40 (1982).

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; LEITE, Rosana Franzen. Contextualização no ensino de Ciências: compreensões de um grupo de professores em serviço. **Imagens da Educação**, v. 9, n. 2, p. 16-32, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/maria/Downloads/38300-Texto%20do%20artigo-751375179023-1-10-20190916.pdf Acesso em: dez.2022.

CARVALHO, Anna M.P; GIL-´PÉREZ, Daniel. Formações de Professores de Ciências. São Paulo: **Cortez**, 1995.

CARVALHO, Carolina Ribeiro de. **Estudo da cor e de argamassas de revestimento de edifícios do Centro Histórico de Tomar**. Dissertação (Mestrado) - Conservação e Restauro, Instituto Politécnico de Tomar, 2011. Disponível em: file:///C:/Users/maria/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20(2).pdf. Acesso em: jan.2021.

CARVALHO, Denize Piccolotto et al. **A utilização da pigmentação natural como meio sustentável e cultural no ensino das Artes**. 2015.

CHAIBUB, T. **A Experiência e o Ensino da Cor: apontamentos teóricos e práticos**. Monografia- (Graduação). Instituto de Artes Plásticas- Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21622/1/2017_ThiagoChaibub_tcc.pdf>. Acesso em: dez.2020.

CHANG, Raymond. Química Geral: Conceitos essenciais - 4. ed - Porto Alegre: **AMGH**, 2010.p 778.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 7.ed. Ijuí:**Unijuí**, 2016

COSMO, Pedro Henrique Araújo. **Cores: um estudo sobre a estrutura da matéria**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/25022/1/PB_DAQUI_2019_2_6.pdf> Acesso em: 20 abr.2021.

CUNHA, Francilene, dos Santos et al. Produção de material didático no ensino de Química no Brasil: Um estudo a partir da análise das linhas da Capes e CNPq. **HOLOS**, v. 3, p. 182-192, 2015. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2423/1100>> Acesso em: set.2022.

DE SOUZA, Salete Eduardo; DE GODOY DALCOLLE, Gislaine Aparecida Valadares. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi**. Maringá, PR, v. 11, n. Supl 2, p. 110-114p, 2007.

DE SOUZA, Salete Eduardo; O uso de recursos didáticos no ensino escolar. I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”. **Arq Mudi**. 2007;11(Supl.2). Disponível em: <<http://www.dma.ufv.br/downloads/MAT%20103/2015-II/slides/Rec%20Didaticos%20-%20MAT%20103%20-%202015-II.pdf>> Acesso em Jul.2022.

DELA VOLPE, André Luís. **Pigmentos inorgânicos como tema para interdisciplinaridade e contextualização no ensino de química**. Dissertação. (Mestrado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, p 294. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10202/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Vers%c3%a3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 20 ago.202.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: **Cortez**, 2011. Disponível em: <https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/4564/1/relat_final_pib-h138_2012_thamires.pdf> Acesso em: jan.2022.

DOMINGUINI, Lucas et al. O ensino de ciências em escolas da rede pública: limites e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Educação**- PPGE/UFES Vitória, ES. a. 9, v. 18, n. 36, p. 139-152, jul./dez. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/educacao/article/view/5382/3978>>: Acesso em set de 2022.

DUARTE, Maria da Conceição. Investigação em ensino das ciências: influências ao nível dos manuais escolares. **Revista Portuguesa de Educação**, 1999, 12(2), pp. 227-248. Disponível em: < <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/494/1/ConceicaoDuarte.pdf>> Acesso em: jul.2022.

EICHLER, Marcelo Leandro; DEL PINO, José Claudio. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, 2010. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART8_Vol9_N3.pdf> Acesso em: 21 ago.2022.

FARIAS, RF dos. A química do tempo: carbono-14. **Química nova na escola**, v. 16, p. 6-8, 2002. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf Acesso em: jan.2022.

FAZENDA, Jorge. M.R. Tintas: Ciência e Tecnologia. Coordenador-4ª Edi. **Revista e Ampliada**. São Paulo: Blucher,2009.

FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. Material didático e prática docente. **Revista Ibero-Americana de estudos em educação**, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/454/333>> Acesso: 10.set.2022.

FONSECA, Eril Medeiros; DUSO, Leandro. Reflexões no ensino de ciências: elaboração e análise de materiais didáticos. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em**

Ensino, v. 2, n. 1, p. 23-44, 2018. Disponível em:

<<http://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1375/669>>. Acesso em: jul.2022.

FREITAG, Isabela Hreck. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. Arquivos do **MUDI**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017. Disponível em:

<<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/38176/pdf>>. Acesso em: abr.2022.

FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. – Brasília: Universidade de Brasília, 132p, 2009. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=614-equipamentos-e-materiais-didaticos&Itemid=30192>. Acesso em: 05. Set de 2022.

GAMA, Bianca M.; ALVES, Andréa Aparecida R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e de aprendizagem no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2022. Disponível em:

http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44_1/05-RSA-67-20.pdf> Acesso em: 13 de out.2022.

GASPAR, MADU. A ARTE RUPESTRE NO BRASIL. 2 ED. – RIO DE JANEIRO: **ZAHAR ED.** 2006.

GOMES, Fabiana et al. A interdisciplinaridade entre a química e a arte por meio dos corantes naturais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72162-72173, 2020. Disponível em:

<<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/17301/14059>> Acesso em: 25 jan. 2021.

GONÇALVES, Bárbara Sofia Gomes. **Pigmentos naturais de origem vegetal: betalaínas**. Tese (Doutorado)- Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Do Algarve, p 54. 2018. Disponível

em:< <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/12370/1/Tese%20de%20MICF%2025.09.2018.pdf>> Acesso em: ago.2021.

GUIMARÃES, D. T. **Recuperação de antocianinas do repolho roxo utilizando argilas como adsorvente**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40651/5/2019_dis_dtguimaraes.pdf> Acesso em: dez.2020.

GUIMARÃES, I.S.S.; CARVALHO, M.P.M.; SUNDFELD, E., et al. Corantes naturais para alimentos: antocianinas de cascas de uvas. **EMBRAPA**, 1984. 29 p. Disponível

em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65386/1/CTAA-DOCUMENTOS-11-CORANTES-NATURAES-PARA-ALIMENTOS-ANTOCIANINAS-DE-CASCAS-DE-UVAS-FL-02164.pdf>> Acesso em: mai.2022

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. Fundamentos de Física. 9 ed. Rio de Janeiro. **LTC**, 2012.

JESUS, Y. L.; LOPES, E. T. COSTA, E. V. Descobrindo as Ciências na Cultura Indígena: Pinturas Corporais. **Revista Curiá: Múltiplos Saberes (Online)**, v. 01, p. 01-06, 2015.

Disponível em: file:///C:/Users/maria/Downloads/3627-Texto%20do%20artigo-10221-3-10-20150615%20(1).pdf Acesso em: jul.2022.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 35-50, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/zD3FMD88P9qxpdxQMrHRh9w/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: set.2022.

LIU, Andrea Santos; SILVA, Rita de Cássia; LIMA, Luana Santos. AS histórias em quadrinhos como materiais didáticos alternativos no ensino de ciências. **Revista Compartilhar-Reitoria**, v. 4, n. 1, p. 73-78, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/maria/Downloads/AS+HIST%C3%93RIAS+EM+QUADRINHOS+COMO+MATERIAIS+DID%C3%81TICOS+ALTERNATIVOS+NO+ENSINO+DE+CI%C3%8ANCIAS.pdf> : Acesso em: Jun-Ago.2022.

LIMA, José Ossian Gadelha. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista espaço acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/15092/9741> Acesso em: nov.2022.

LOPES, Toni *et al.*. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1375/1359> Acesso em: out.2022.

LUZ, F. G. da. **Análise da utilização de material didático de Ciências no ensino fundamental da rede estadual do município de Criciúma**. Monografia. Pós-graduação Especialização em Didática e Metodologia do Ensino Superior, Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, Criciúma, 2006. Disponível em: < <https://silo.tips/download/analise-da-utilizaa-de-material-didatico-de-ciencias-no-ensino-fundamental-da-r> > Acesso em: Jul.2022.

LUZARDO-OCAMPO, Ivan et al. Aplicações tecnológicas de corantes naturais em sistemas alimentares: **uma revisão**. **Alimentos**, v. 10, n. 3, pág. 634, 2021 . Disponível em: [file:///C:/Users/maria/Downloads/941+-UTILIZA%C3%87%C3%83O+TECNOL%C3%93GICA+DE+CORANTES+NATURAIS.p](file:///C:/Users/maria/Downloads/941+-UTILIZA%C3%87%C3%83O+TECNOL%C3%93GICA+DE+CORANTES+NATURAIS.pdf) df: Acesso em: jul.2022.

MALACRIDA, Cassia Roberta; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/328054521.pdf>> Acesso em: abr.2022.

MARTINHO, Luiz A.P.; MONTEIRO, Airton. **Corantes e Pigmentos- Química Viva**, Conselho Regional de Química- IV Região, 22. jun.2011. Disponível em: < https://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos#:~:text=Pigmentos%20e%20corante s%20s%C3%A3o%20subst%C3%A2ncias,e%20os%20corantes%20s%C3%A3o%20sol%C3%BAveis.> Acesso em: nov.2022.

MARTINS, Guilherme BC; SUCUPIRA, Renata R.; SUAREZ, Paulo AZ. A química e as cores. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015. Disponível em:

<file:///C:/Users/maria/Downloads/mharaujo1993,+SuarezFinal%20(1).pdf > Acesso em: Abr. 2022.

MASCARENHAS, JMO. **Corantes em alimentos: perspectivas, usos e restrições**. 1998. 150 f. 1998.Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8941/1/texto%20completo.pdf>> Acesso em: abr. 2021.

MELLO, Paulo Eduardo Dias de. **Materiais Didáticos para a Educação de Jovens e Adultos: História, formas e conteúdo**- Tese de Doutorado- Programa de Pós-graduação em Educação. Área de Concentração: História da Educação e Historiografia. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 2010.fp 254. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-26012011-142038/publico/PAULO_EDUARDO_DIAS_DE_MELLO.pdf> Acesso em 10 out.2022.

MELLO, Vinicius M.; SUAREZ, Paulo AZ. As formulações de tintas expressivas através da história. **Revista virtual de química**, v. 4, n. 1, p. 2-12, 2012. Disponível em:< <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/248/218> > Acesso em: nov a dez. 2020.

MELLO, Vinicius M.; SUAREZ, Paulo AZ. As formulações de tintas expressivas através da história. **Revista virtual de química**, v. 4, n. 1, p. 2-12, 2012. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/248/218>: Acesso em: fev.2021.

MENDONÇA; Onaide Schwartz, 2011. **Percursos Históricos dos Métodos de Alfabetização in Caderno de formação: formação de professores didática dos conteúdos**, Universidade Estadual Paulista. Pró-Reitoria de Graduação; Universidade Virtual do Estado de São Paulo. – São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. v. 2 ; 192 p. ; 28 cm. (Curso de Pedagogia). Disponível em: https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/381259/1/caderno-formacao-pedagogia_10.pdf. Acesso: out. 2022.

MIRANDA, P. R. **Uma proposta para o ensino de matemática para o curso técnico de agente comunitário de saúde na modalidade PROEJA**. Dissertação (Mestrado)-Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, p197, 2010.Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_MirandaPR_1.PDF> Acesso em ago.2022.

MORAES, Silvia Elizabeth; Currículo e formação docente: Um diálogo interdisciplinar. Campinas, São Paulo: **Mercado de Letras**, 2008.

MORAIS, Flávia Luisa de. **carotenóides: Características biológicas e químicas**. 2006. 70 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília,2006. Disponível em: < https://bdm.unb.br/bitstream/10483/546/1/2006_FlaviaLuisaMoraes.pdf> Acesso em: Abri.2022.

MOLL, Jaqueline et al. **Diretrizes curriculares nacionais da educação básica**. 2013. disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192 Acesso em: dez.2022.

NAKAYAMA, Sumaya Hellú El Kadri et al. **Caracterização físico-química e extração dos pigmentos presentes em cascas de pitaia**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26878/1/caracterizacaoextracaopigmentos_pitaia.pdf > Acesso em: jan.2021.

NASCIMENTO, Jéssica Maria Torres de Sousa; CAMPOS, Francilene Leonel. A importância da utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de genética em escolas públicas no Município de Parnaíba – PI (Brasil). **Revista Espacios**. Vol. 39, nº 25, ano 2018, pág.30. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n25/18392530.html>. Acesso: out. 2022.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/maria/Downloads/373-1202-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maria/Downloads/373-1202-1-PB%20(1).pdf) Acesso em: set de 2022. [HTTPS://WWW2.IFRN.EDU.BR/OJS/INDEX.PHP/HOLOS/ARTICLE/VIEW/2423/1100](https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2423/1100)

O'CARROLL, Mary. Why Study Psychology? **Marbella International University Centre**, 15 nov. 2017. Disponível em: <https://www.miuc.org/why-study-psychology>>. Acesso em: out. 2022.

PACHANI, Rodinei. **Dispersão da luz dos corpos**. Cursos Enem Gratuito, [s.d]. Disponível em: <https://cursoenemgratuito.com.br/dispersao-da-luz/> Acesso em: jan.2022.

PIATTI, T, M; RODRIGUES, R, A, F- Plásticos: Características, usos, produções e impactos ambientais. Maceió. **EDUFAL**, 2005. Disponível em: https://usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf/view>. Acesso em: set.2022.

PINHEIRO, N. A. **A Química dos Pigmentos**. Universidade de Campinas, 2010. Disponível em: <https://gpquae.iqm.unicamp.br/textos/T10.pdf>> Acesso em: jun.2022.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas. **Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala**. 2014. 311 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, Bauru, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110898>> Acesso em: dez.2022.

PLEIN, Ivonete Terezinha Tremea. Avaliação de material didático. **V Seminário Nacional Interdisciplinar em Experiências Educacionais**, 2015. Disponível em: <https://1library.org/document/zw0ljo1y-avaliacao-de-material-didatico.html>>. Acesso em: out. 2022.

ROVARIS, Beatriz Cesa et al. **Jenipapo (Genipa americana L.) como corante azul natural**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218821/Jenipapo%20%28Genipa%20americana%20L.%29%20como%20corante%20azul%20natural.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: jan.2022.

SANTOS, Geovana Santos dos. **Antocianinas como indicadores ácido-base com potencial aplicação no espaço escolar**. 2017. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/3065/1/TCC%20Geovana%20Santos%202017.pdf>. Acesso em : abr.2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em Química: Compromisso com a cidadania. 4 ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí. 2015.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 180 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. A alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL e TECNOLÓGICA. **Caderno Temático**. v1, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/190-secretarias-112877938/setec-1749372213/12504-cadernos-tematicos>> Acesso em nov.2020.

SCHEYERL, Denise Chaves de Menezes; SIQUEIRA, Sávio. Materiais didáticos para o ensino de línguas na contemporaneidade: contestações e proposições. **EDUFBA**, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/16424/1/MATERIAISDIDATICOS_Repositorio.pdf> Acesso em: 12 maio.2022.

SILVA, Karen Caroline Nascimento Rodrigues; DAS FLORES VICTER, Eline. O uso de materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem. **Encontro Nacional de Educação Matemática**. 2016. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/7617_3455_ID.pdf>. Acesso em 28 ago.2022.

SILVA, Pollyanna I. **Otimização da extração e microencapsulamento de fenólicos e antocianinas de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba)**. 2011. 173 f. 2011. Tese (Doutorado)– Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/443/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: set.2020.

SILVA, Vinícius José et al. **Um estudo sobre a manufatura da saia cobertor dos índios Laklãnõ/Xokleng: uma investigação no ensino de química**. Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/203406/TCCII_OFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y; Acesso em: set.2020.

SOBRINHO, J, A, C, M (org). *et al*. Ensino de Ciências Naturais: Saberes e práticas docentes. Teresinha. **EDUFPI**, 2013.

SOUZA, Vitor Fabrício Machado; SASSERON, Lúcia Helena. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/mgrcsn7H6687QB9y6w8qvHz/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em set.2022.

TSUWATÉ, V. T. e M. F. LEÃO. Descrição do preparo do corante e das diversas utilizações do urucum pelo povo xavante. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 9, n. 4, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/maria/Downloads/DESCRICA_O_DO_PREPARO_DO_CORANTE_E_DAS_DIVERSAS_UTI.pdf> Acesso em: jun a jul.2021.

VALÉRIO, Marcelo; BAZZO, Walter Antonio. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/34/16> > Acesso em 20 jun. 2022.

VANUCHI, Vânia da Costa Ferreira; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: uma possibilidade para o ensino de química articulado com a lei 11. 645/2008. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4207/482484490>: Acesso em mai.2021.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alim. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009. Disponível em :<file:///C:/Users/maria/Downloads/786.pdf>: Acesso em: 15 de abr.2021.

WALDHELM, Mônica de Cassia Vieira. **Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência? o papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais**. 2007. 244 f. Tese (Doutorado em Educação). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf Acesso em: dez 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Cor, 18 abr. 2022 f. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Cor&oldid=63417173>>: Acesso em: jun. 2022.



MARIANA BARBOZA DA SILVA
SILVIA HELENA CARDOSO

CORANTES NATURAIS

na interface da Química com a Arte.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE
NACIONAL EM QUÍMICA - PROFQUI**



MARIANA BARBOZA DA SILVA

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Helena Cardoso

**CADERNO TEMÁTICO
CORANTES NATURAIS NA INTERFACE DA QUÍMICA COM A ARTE**

**MACEIÓ-AL
2022**

APRESENTAÇÃO

O caderno temático “Corantes Naturais na Interface da Química com a Arte” é um produto educacional elaborado durante a minha dissertação de mestrado no PROFQUI-UFAL, e traz algumas possibilidades de abordagem dessa temática com alunos da educação básica. Além disso, o caderno foi criado com objetivo de contribuir com as práticas pedagógicas dos professores de química, apresentando e unindo conhecimentos científicos, históricos, culturais, curiosidades e propostas de atividades experimentais com vistas a um aprendizado mais contextualizado, dinâmico, motivador e interdisciplinar, sendo estes aspectos essenciais durante o processo de desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes.

O caderno temático está organizado em 5 sessões. Na primeira sessão, mostraremos como os corantes e pigmentos naturais foram usados pelos povos ao longo do tempo na expressão de sua identidade artístico-cultural. Na segunda sessão, abordaremos as cores e buscaremos refletir como nós seres humanos identificamos a presença das cores nos mais distintos objetos. Na terceira sessão, traremos a definição de pigmentos e corantes e suas subdivisões. Na quarta sessão, apresentaremos algumas classes de compostos químicos que são usadas como corantes naturais para as mais diversas finalidades, porém restringiremos nossa abordagem a compostos orgânicos e que podem ser facilmente encontrados em nosso dia a dia em frutas, verduras e flores. Por fim, traremos 3 sugestões de atividades que poderão ser desenvolvidas e adaptadas para uso em sala de aula pelo professor.

A iniciativa teve origem na necessidade de reformulação dos currículos escolares básicos, em especial nas áreas de ciências e suas tecnologias, a partir da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que está em concordância com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), que determina que os conteúdos em todas as etapas da educação básica, devem visar “o pleno desenvolvimento do educando, permitindo-lhe ampliar sua capacidade de tomar melhores decisões, e de agir em conformidade com seus deveres como cidadão” (BRASIL, 1996; BRASIL, 2017).

Nesse contexto, é essencial disponibilizar novos materiais didáticos para o professor, um elemento chave do processo de ensino-aprendizagem nas escolas. Os materiais didáticos são aportes que auxiliam, orientam e incentivam as práticas pedagógicas, de forma a intermediar a aquisição e construção dos conhecimentos entre docente e o aluno (BORDINHÃO e SILVA, 2015). Assim, foi com esta finalidade, que este produto educacional foi concebido.

Esperamos que o professor, ao adotar as orientações propostas pelo caderno temático, consiga mostrar a importância do histórico sociocultural, trazidos pelas manifestações artísticas dos povos para a construção do conhecimento científico. Saberes esses adquiridos ao longo de muitos anos e que fundamentaram a construção da nossa identidade. Com uma abordagem mais ampla dos temas científicos, almeja-se que esse produto sirva de mediador da compreensão dos alunos em relação ao mundo à sua volta.

Esperamos ainda que o caderno seja bem aproveitado pelos professores de Química e que estes sejam incentivados a aumentar os seus esforços para a ampliação de uma aprendizagem mais contextualizada e de impacto real.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pintura rupestre cromática nas paredes na Caverna de Altamira (Espanha).....	81
Figura 2 – Pintura rupestre Cavalos e animas de grande porte nas paredes da Caverna de Lascaux (França).....	81
Figura 3 – Pintura rupestre Ascena de Caga, Kakadu, Austrália.	83
Figura 4 – Pintura rupestre Cueva de Las Manos, Patagônia-Argentina.....	83
Figura 5 – Rupestre no Parque Nacional da Serra da Capivara.....	83
Figura 6 - Representação de figura rupestre no Parque Nacional da Serra da Capivara.....	83
Figura 7 – Pintura negra em fundo claro.	84
Figura 8 – Pintura com cor vermelha em fundo preto.....	84
Figura 9 – Pintura Afresco na Vila dos Mistérios, em Pompéia	86
Figura 10 – Detalhe do afresco na Vila dos Mistérios, em Pompéia.....	86
Figura 11 – A cor azul na representação do manto de Maria na obra Madona do Peixe de Rafael Sanzio	88
Figura 12- Imagem dos afrescos (1303-1305) de Giotto na Cappella degli Scrovegni, em Pádua.....	88
Figura 13- Pintura do teto da Capela Sistina pintada por Michelangelo.....	89
Figura 14- Pintura “a criação do homem” no centro do teto da Capela Sistina.....	89
Figura 15– Mona lisa (conhecida como Gioconda) pintada entre os anos 1503 e 1506....	90
Figura 16 – Ginevra de' Benci pintada entre 1474 e 1476, retratava uma jovem aristocrata de Florença).....	90
Figura 17 – Pintura de Claude Monet, impressão nascer do sol (1872).	91
Figura 18 – Girl in a Chemise, 1905	92
Figura 19 – Les Demoiselles d `Avignon, 1907.....	92
Figura 20 – Obra de Picasso pintada com tinta sintética.....	93
Figura 21 – Indígena da etnia Tuyuka da Aldeia Utapinopona com pintura corporal.	95
Figura 22 – Pintura corporal Kuarupó indígena da aldeia e etnia Kuikuro.....	95
Figura 23 – Jovens Apinajé, pintados e ornamentados para dia de festa.	96
Figura 24 – Cerâmicas Baniwa (esquerda) e cerâmicas Tukano (direita).....	96
Figura 25– Espectro de Luz visível com subdivisão (de acordo com o comprimento de ondas)	99
Figura 26– Percepção dos comprimentos de onda da luz branca pelos olhos.....	100
Figura 27 – O corpo ou objeto é enxergado com uma determinada cor em virtude da reflexão ou da absorção de luz.....	100
Figura 28 – Disco de Newton.....	101
Figura 29 – Imagem da dispersão da luz branca em um prisma.....	102
Figura 30 – Mistura de Cores RGB).....	103
Figura 31 – Ilustração da anatomia de um olho humano.....	104

Figura 32 – Exemplos de corantes extraídos de fontes naturais.....	108
Figura 33 – Fontes de extratos dos corantes naturais ricos em carotenóides	109
Figura 34 – Estrutura dos principais carotenos e xantinas.	110
Figura 35 – Beterraba como exemplo de betacianina.....	112
Figura 36 – Estrutura química das betalaínas.....	112
Figura 37– A estrutura química da betacianinas.....	113
Figura 38 – A estrutura química da betaxantinas.	113
Figura 39– Fruto jenipapo	114
Figura 40– Arte Maloca dos Apiaká no rio Arinos, de Hercules Florence (abril, 1828), representa os índios pintados com jenipapo (genipina) e urucum (bixina).	114
Figura 41 – Estrutura dos iridóides geniposídeo (1), genipina (2) e esquema de formação da cor preta no processo de pintura ou tatuagem da pele (3)	115
Figura 42 – Imagens do tronco da árvore pau-brasil.	116
Figura 43 – Estrutura química da brazilina e da brazileína.....	116
Figura 44 – Produtos do cotidiano, fontes de antocianinas.	118
Figura 45 – Estrutura genérica das antocianinas.....	118
Figura 46 – Grupos de radicais e substituintes que podem constituir a antocianinas.	119
Figura 47 – Transformações estruturais das antocianinas em mudança de pH.....	120
Figura 48 – Indicador ácido-base a partir do repolho roxo	120
Figura 49 – Frutos maduros do jamelão.....	123
Figura 50 – Paleta de cores utilizando os reagentes do cotidiano com indicador extraído com água.....	125
Figura 51 – Paleta de cores utilizando os reagentes do cotidiano com indicador extraído da mistura de água-etanol 50:50 (v/v)	125

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	78
2. QUÍMICA NA INTERFACE COM A ARTE	80
2.1. Arte rupestre.....	80
2.2. As cores e a pintura nas Artes Grega e Romana	84
2.3. As Cores das Pinturas no Renascimento	87
2.4. As cores na Arte Impressionista e Modernista	90
2.5. As Cores como manifestação da identidade cultural indígena.....	94
3. O QUE É A LUZ? COMO O OLHO HUMANO OBSERVA AS CORES?.....	98
3.1. A luz e as cores.....	98
3.2. A Visão.....	103
4. PIGMENTOS E CORANTES.....	105
5. A QUÍMICA E OS CORANTES NATURAIS	108
5.1. Carotenóides	108
5.2. Betalaínas	111
5.3. Genipina	113
5.4. Pau-brasil e a Brasileína	115
5.5. Flavonóides e Antocianinas	117
6. PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA SEREM TRABALHADAS EM SALA DE AULA.....	122
6.1. Atividade 1: construção da paleta de cores usando extrato de jamelão (Brinco de Viúva).....	122
6.2. Atividade 2: produção de tintas a partir de Corantes Naturais em Sala de Aula. ..	125
6.3. Atividade 3: Quimiarte – Pintando o 7 na escola com corantes naturais (exposição de pinturas)	126
7. REFERÊNCIAS	128
APÊNDICE A: PLANOS DE AULA.....	141

ANEXO A: PRODUÇÃO DE CORANTES - Método de extração de antocianinas do jamelão ou brinco de viúva.....	148
--	------------

1. INTRODUÇÃO

A escola tem como objetivo acompanhar as modificações da sociedade e no empenho para atingir essa finalidade, é primordial que a aprendizagem possibilite ao aluno intervir no contexto no qual ele está inserido (BRASIL, 2017). Diante dessa perspectiva, o ensino deve ser abordado de forma que consiga integrar várias áreas do conhecimento em um ambiente onde os estudantes possam ser autores criativos e ativos de sua aprendizagem. Tendo em vista os desafios e as decisões que o professor precisará enfrentar diante das mudanças trazidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), este caderno temático foi elaborado para servir de instrumento colaborativo, almejando atuar na ampliação da visão de mundo dos estudantes através da abordagem da temática dos corantes na interface com a arte.

Por intermédio do documento normativo BNCC (BRASIL, 2017) e da Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB, 1996), que contêm os conteúdos obrigatórios e os princípios e a serem desenvolvidos em todas as etapas e modalidades da educação básica no Brasil, e da perspectiva de que cabe aos profissionais da educação e as instituições de ensino a construção de um conjunto de atividades que equacione os conceitos de cada área do conhecimento, a partir das diferentes perspectivas previstas nesses documentos para cada componente curricular, os educadores são encorajados a estudar o contexto escolar no qual os seus discentes estão inseridos e, por meio dessa observação, adequar o ensino de química de forma a integrar outros saberes e proporcionar uma assistência as necessidades investigativas de cada componente.

Dessa forma, é importante destacar o papel dos materiais didáticos como elementos-chave para orientar as novas práticas curriculares a serem desenvolvidas pelos professores de química na escola. Segundo Freitas (2009, p.21), material didático (MD) pode ser definido como “todo e qualquer recurso utilizado em um procedimento de ensino visando à estimulação do aluno e a sua aproximação do conteúdo”. Borges (2012) menciona termos como material de ensino, recursos ou meios de ensino, recursos didáticos, material ou recurso pedagógico para nomear ou conceituar material didático.

Os materiais didáticos devem proporcionar uma mediação entre a teoria e a prática, já que existem temas e conceitos que são pouco explorados ou não estão presentes em livros didáticos (LD). Além disso, apresentam grande relevância interdisciplinar e, sendo assim, muitos professores recorrem aos materiais didáticos que assessoram e dinamizam a exploração de várias temáticas ao desenvolvimento intelectual dos educandos (MELO, 2020).

O material didático pode minimizar as lacunas educacionais existentes e oportunizar a dinamização e autonomia do professor, oferecendo segurança na preparação da sua prática pedagógica e, nesse contexto, também oferecer orientações na realização de atividades e na abordagem de temas pedagógicos que podem auxiliar a sobrepujar os obstáculos encontrados em sala de aula. A construção de recursos voltados para as práticas pedagógicas do docente pode complementar ou até mesmo estimular a criação de novas ideias educacionais que promovam a compreensão dos conceitos científicos e possam acabar com alguns dos entraves de aprendizagem observados (OLIVEIRA, 2020).

Diante do contexto apresentado, este caderno temático poderá servir de ferramenta para promover a interdisciplinaridade entre os conhecimentos específicos da química em associação com saberes das áreas de física, biologia, história e arte. A integração disciplinar não é uma tarefa fácil, por essa razão, este material foi desenvolvido com o objetivo de oferecer suporte para o professor apresentar ao aluno uma nova leitura do processo de aprendizagem.

Visando alcançar o objetivo de produzir um material educacional que apresente uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, de forma que o aluno compreenda as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, desenvolva a capacidade de resolver problemas e tomar decisões como cidadão, este caderno é iniciado apresentando uma situação-problema que busca induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos, questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano, bem como fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar, para responder ao questionamento da situação colocada e transpor o obstáculo proposto pela situação-problema.

Dentro desse contexto, é apresentada uma situação que originou duas questões para os alunos discutirem e buscarem informações para respondê-los ou buscar hipóteses.

Situação: A produção e utilização de corantes naturais é realizada há vários anos, por diferentes indivíduos históricos que executavam técnicas de tratamento tanto de compostos orgânicos, quanto inorgânicos, como raízes, folhas, frutos, minérios e resíduos de animais e vegetais. Estes compostos podem ser extraídos, transformados em pó e em seguida misturados como aglutinantes, como óleo, para fixação do pigmento na superfície do material aplicado.

Questão 1: Tendo conhecimento das propriedades físico-química do composto que compõe um fruto, como você iria proceder para extrair o corante de um fruto da sua região?

Questão 2: Quais os compostos que compõem os principais corantes naturais utilizados na pré-história? E como saber identificar o tipo e a função química do composto?

2. QUÍMICA NA INTERFACE COM A ARTE

É possível observar que ao longo do tempo a manifestação de identidade dos diversos povos está intimamente ligada às artes. Foi através das artes, em especial da pintura, que os seres humanos de todo o planeta fizeram os mais diversos tipos de registros do seu modo de vida, seus costumes, suas crenças e sua forma de ver o mundo. Nesse contexto, as cores e os materiais que as compõem manifestam-se, na pintura, como ferramentas de expressão desta identidade sociocultural e trazem consigo parte do conhecimento científico adquirido pelo homem em uma determinada época da história. Assim, buscando abordar de forma interdisciplinar a temática que envolve a química e as artes, será apresentado a seguir um breve levantamento da importância das cores e dos corantes para os sujeitos históricos e, partindo dessa premissa, serão explorados as pinturas rupestres, gregas, romanas, renascentistas, impressionistas e modernistas. A intenção não é se aprofundar no assunto, mas trazer elementos que conectem a temática das artes aos conhecimentos de química. Por fim, lançaremos foco sobre as manifestações artísticas e culturais (pintura) dos povos nativos brasileiros que colaboram para a formação da identidade étnica do Brasil, explorando o papel das cores e dos produtos naturais para a arte indígena e suas manifestações socioculturais.

2.1. Arte rupestre

Os primeiros registros artísticos manifestados pelo homem foram criados durante a pré-história e são chamados de arte rupestre. A palavra rupestre tem origem no latim *ars rupes* que significa “arte sobre rocha”. A arte rupestre manifesta-se sob a forma de um registro de imagens que foram gravadas ou pintadas em suportes rochosos, cavernas, abrigos, pedras, paredões, grutas e mesmo ao ar livre (GASPAR, 2006).

Inicialmente, as cores usadas para pintar as superfícies rochosas eram nas cores marrom, preto, vermelho e amarelo. Essas cores eram obtidas a partir de compostos químicos presentes em minérios de hematita, um óxido de ferro, cuja fórmula é Fe_2O_3 , de coloração avermelhada e contido em certos tipos de terra ou rocha. Os pigmentos à base de óxidos de ferro (goethita) podiam ainda apresentar coloração amarelada em razão de sua hidratação (FARIAS FILHO, 2023). Esses minerais eram triturados e misturados com vegetais para fornecer diferentes tonalidades de cores. Durante o período pré-histórico também eram utilizados o sangue de animais e carvão vegetal (produto da queima da madeira) ou carvão

animal (produto da queima de ossos de animais) como pigmentos para pintar as imagens encontradas na arte rupestre (GASPAR, 2006; TEIXEIRA *et al.*, 2009).

As técnicas utilizadas para a realização das pinturas rupestres tinham como instrumentos os dedos ou algumas ferramentas primitivas (cerdas, varas, penas ou pelos de animal), em seguida aplicava-se banha (gordura animal) para se fazer a fixação do pigmento (desenho) à parede rochosa.

Considerando a importância deste tipo de arte para os registros dos povos no planeta, pode ser destacado um dos primeiros lugares no mundo onde se identificou a existência da arte rupestre policrômica, a Caverna de Altamira (Santillana del Mar) na Espanha (Figura 1). Essa caverna abriga um dos conjuntos pictóricos mais importantes da Arte na Pré-História, que datam de 14.500 a 12.000 a.C. Outro exemplo, é o complexo de Cavernas de Lascaux, na França (Figura 2), descoberto durante a 2ª guerra mundial (1940). Nessas cavernas foram encontrados registros de pinturas rupestres que datam de 18.000 anos a.C., artefatos, restos de alimentação e instrumentos de trabalhos primitivos.

Figura 1 - Pintura rupestre policrômica nas paredes na Caverna de Altamira (Espanha)



Fonte: Aidar (2022)

Figura 2 - Pintura rupestre Cavalos e animais de grande porte nas paredes da Caverna de Lascaux (França)

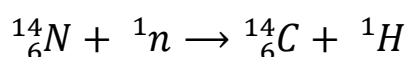


Fonte: Higa (2022)

A análise das evidências encontradas pelo método de datação por carbono-14 foi fundamental para determinar o período exato de produção dessas pinturas rupestre e dos artefatos, bem como os tipos e as propriedades químicas dos pigmentos e dos materiais orgânicos como resíduos de fogueiras encontrados em Lascaux (GASPAR, 2006; FERNANDES, 2019). Além disso, foi possível situar e mostrar, de alguma forma, a evolução do conhecimento humano acerca da composição dos materiais ao longo dos tempos.

A determinação do período temporal e a originalidade de uma pintura só é possível quando é empregada a técnica de datação por carbono-14. A datação por carbono-14, também

denominada de datação por radiocarbono (^{14}C), é uma técnica capaz de realizar os estudos de vestígios de material orgânico através das propriedades químicas de um dos isótopos do carbono, o carbono de massa atômica 14 ($A = 14$). O carbono é encontrado na natureza em três formas isotópicas, o carbono 12 ($A = 12$), a forma mais abundante e estável na terra (~99%); o carbono 13 ($A = 13$) que é estável, porém de abundância reduzida (< 1%) e, por fim, o carbono 14, que é instável e radioativo, existindo em quantidade reduzida e residual. O processo de decaimento do carbono -14 é lento a partir da morte de um organismo vivo e ocorre pela emissão de radiação β , com tempo de meia-vida de 5.730 anos. Segundo Farias (2002), a renovação constante do carbono 14 em nosso planeta ocorre de acordo com a equação química a seguir:

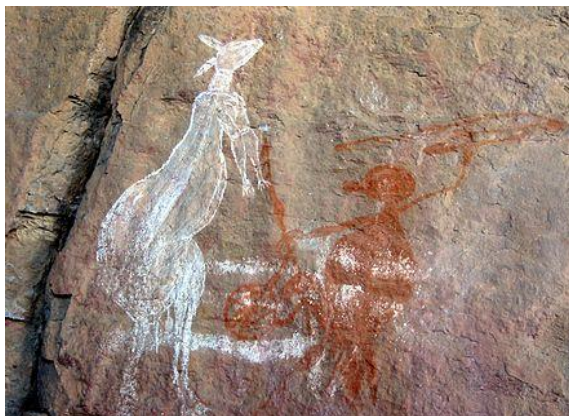


Atualmente, utiliza-se um espectrômetro de massas para realizar esta análise de datação. A ciência em parceria com a tecnologia tem agilizado e aprimorado os estudos acerca do tempo e das confecções de pinturas rupestres e outros artefatos arqueológicos.

No curso da história, o homem primitivo também deixou sua marca em regiões de diversos continentes do planeta, exceto na Antártica. A identidade desses registros e o fato de estar disponível em várias partes do mundo classifica a arte rupestre como um patrimônio da humanidade.

As pinturas rupestres encontradas no Parque Nacional da Austrália datam de mais de 20.000 a.C. e foram feitas por nativos pré-históricos. Em geral, retratam objetos, tarefas de uso do cotidiano e a caça de animais (Figura 3). No continente sul-americano as pinturas rupestres são datadas de aproximadamente 13.000 a.C. Nas pinturas rupestres localizadas na Patagônia - Argentina foi possível perceber outro tipo de técnica utilizada. Nesses registros, a confecção das pinturas era realizada, primeiramente, pela transformação do pigmento mineral em pó e, em seguida, enchia-se a boca com o pigmento que era soprado na rocha com auxílio de um canudo de madeira. A pintura com mão ficou registrada nas paredes rochosas argentinas (GASPAR, 2006). A pintura rupestre “Cueva de Las Manos”, ou “Soprar sobre as Próprias Mãos” em português, é um exemplo desse tipo de pintura (Figura 4).

Figura 3 – Pintura rupestre Ascena de Caga, Kakadu, Austrália



Fonte: Sistema maxi de ensino, 2018

Figura 4 - Pintura rupestre Cueva de Las Manos, Patagônia-Argentina



Fonte: Rincón (2017)

No Brasil, também foram encontrados registros da arte rupestre. Esta descoberta arqueológica ocorreu no final de 1970, na Serra da Capivara – estado do Piauí. Nos registros brasileiros conseguiu-se identificar, por meio da datação de carbono 14 de resíduos de fogueiras e pingos dos pigmentos, que o homem chegou ao continente americano há 48.000 a.C., comprovando assim que a presença do homem no continente americano é mais antiga do que já havia sido divulgado.

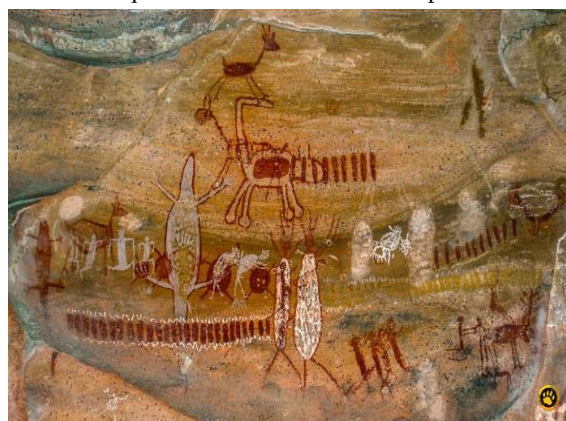
Nos desenhos confeccionados na arte rupestre do Brasil eram utilizados certos pigmentos (orgânicos) que não se preservavam bem e podem ter desaparecido com o tempo, por exemplo, as argilas brancas e os pigmentos vegetais como o urucum e o jenipapo; diferente de outros pigmentos minerais mais duráveis. Por esse motivo, os registros encontrados das pinturas têm uma, duas ou mais cores, nas paletas vermelho, marrom, branco e preto. (DE CEZARO *et al.*, 2013). As Figuras 5 e 6 são exemplos de pinturas rupestres encontradas no Piauí.

Figura 5 - Figura rupestre no Parque Nacional da Serra da Capivara



Fonte: A Arte Pré-histórica... (2016)

Figura 6 - Representação de figura rupestre no Parque Nacional da Serra da Capivara



Fonte: Parque Nacional... (2016)

A arte rupestre no Brasil tem suas próprias peculiaridades e está gravada nas cinco regiões do país (MARQUIS, 2022).

Os estudos e investigações acerca do patrimônio da arte rupestre no Brasil, sob influência dos franceses, não datam apenas o tempo de existência do homem em cada parte do país, também confirmam que a arte e os saberes científicos prévios colaboraram para a sobrevivência da humanidade.

Sabe-se ainda que as pinturas realizadas na idade primitiva nasceram antes da linguagem oral e impulsionaram o homem a aprimorar a forma de se comunicar através da arte. Para isso, foi necessário que a humanidade desenvolvesse novas técnicas de extração de pigmentos que pudessem ampliar a variedade de cores disponíveis e preservar as pinturas ao longo do tempo. Além disso, houve a necessidade de aprender como produzir novas ferramentas e objetos que permitissem criar mais expressões artísticas.

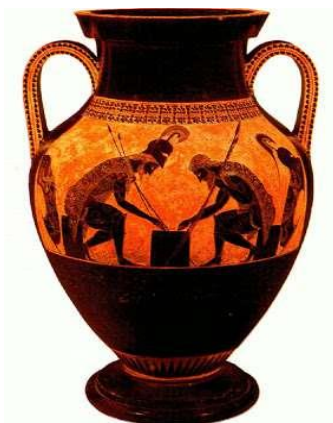
Portanto, de acordo com Cavalcante (2012, p.36), “a arte rupestre foi uma expressão do homem pré-histórico que manifestou, com desenvoltura, suas habilidades artísticas, sua cultura, seus sentimentos e os saberes de seu tempo”.

Compreendendo que uma das formas de evolução das expressões artísticas dos povos se deu por meio da pintura, seguindo uma linha cronológica, será descrito próximas seções como os pigmentos e corantes naturais, utilizados na produção das paletas de cores dos artistas marcaram a história da arte pelo mundo.

2.2. As cores e a pintura nas Artes Grega e Romana

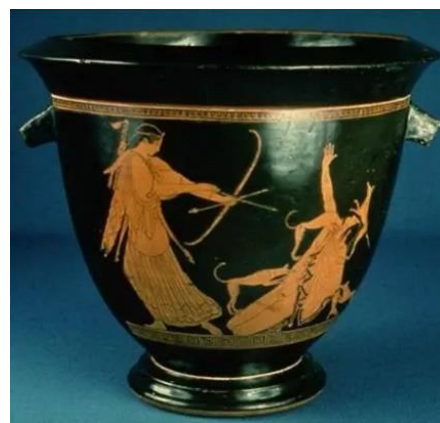
O que se sabe sobre a arte grega é que as pinturas de cerâmicas, de fachadas de templos, túmulos e teatros foram partes fundamentais da cultura grega. As cores eram alegres, fortes, e retratavam o humanismo, quase sempre com cenas do cotidiano, da religião ou da mitologia. As pinturas mostravam harmonia e rigor nos detalhes. Podem ser destacados, na pintura grega, os períodos: arcaico (c. 650-480 a.C.) e clássico (c. 480-323 a.C.). No primeiro período as pinturas eram negras sobre fundo claro ou vermelho (Figura 7), enquanto no segundo período, as pinturas eram vermelhas sobre fundo negro, tal como representado na figura 8.

Figura 7 - Pintura negra em fundo claro



Fonte: Imbroisi e Martins (2022)

Figura 8 - Pintura com cor vermelha em fundo preto



Fonte: Imbroisi e Martins (2022)

A paleta de cores dos gregos é muito semelhante as cores utilizadas nas pinturas da civilização egípcia. No entanto, os gregos conseguiram obter novas colorações naturais, como também conseguiram cores artificiais. Entre os pigmentos estão o branco de chumbo, o verdete e o vermelho. O pigmento branco adquirido do carbonato básico de chumbo, de fórmula química ($2\text{Pb}(\text{CO}_3) \cdot 2\text{Pb}(\text{OH}_2)$), tem uma branquitude maior que do giz (CaCO_3), esse material foi utilizado durante toda idade média e apresenta alta toxicidade para o organismo vivo. Curiosa e perigosamente, como os pintores e a população não sabiam dessa característica tóxica dos compostos de chumbo, esta substância acabou sendo inserida em cosméticos (pó facial) para mulheres, na Europa e em outras partes do mundo (VOLPE, 2018).

Outros pigmentos foram importantes para a arte neste período, tal como o vermelho de óxido de chumbo. Este pigmento era obtido através do aquecimento do óxido de chumbo II (PbO), de cor amarela, que quando era oxidado, misturado com solvente e decantado formava o chumbo vermelho (Pb_3O_4).

O vermelho do chumbo (Pb_3O_4) não foi a única tonalidade de vermelho fabricada e usada em pintura por povos antigos. A cidade de Pompéia, que pertenceu a civilização romana, é um dos exemplos de civilizações que utilizaram essa tonalidade. Pompéia, mesmo sendo soterrada após um terremoto e ter sofrido com uma explosão vulcânica, que foi encontrada por arqueólogos e escavada a partir do século XVIII, ainda está preservada e “se tornou referência sobre a arte e cultura material do mundo romano na Modernidade e segue em posição de destaque até os dias de hoje” (GARRAFFONI e GRILLO, 2020, p.177). Em Pompéia, nas mansões de famílias ricas, as paredes eram pintadas com um vermelho intenso e brilhante (Figuras 9 e 10). O pigmento usado era conhecido como Cinábrio, composto por sulfeto de mercúrio II (HgS), trata-se de um minério que se transforma em mercúrio através de reações

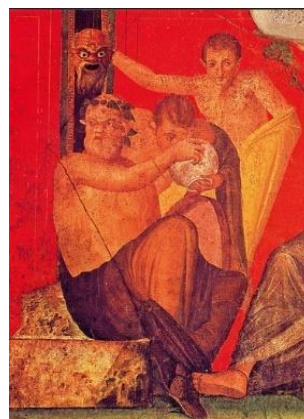
químicas. Apesar dos seus efeitos tóxicos, o pigmento (tinta) vermelho a base de mercúrio era utilizada para tingir estátuas, gladiadores etc., sendo também utilizado como batom pelas mulheres romanas. Em razão de seu escurecimento, o pigmento vermelhão (vermilion) e sulfeto de mercúrio artificial foram utilizados até a descoberta do vermelho de cádmio (artificial) (VOLPE, 2018).

Figura 9 - Pintura Afresco na Vila dos Mistérios, em Pompéia



Fonte: Carvalho (2015b)

Figura 10 - Detalhe do afresco na Vila dos Mistérios, em Pompéia



Fonte: Carvalho (2015b)

Na preparação do sulfeto de mercúrio II, para ser utilizado como pigmento, este passava por um processo de purificação. O mineral, após ser seco e moído com pilões de ferro, era lavado várias vezes e depois aquecido para remover as impurezas, desta forma era então, transformado em pigmento. A técnica de aplicação do pigmento deveria ser realizada com cuidado e atenção para não haver desperdício. (CRUZ, 2007), já que este era um dos pigmentos de alto valor nesta época.

Muito da sabedoria que foi empregada nas obras da arte grega originou-se dos egípcios, porém o movimento grego teve que conquistar a liberdade para representar o corpo humano. Segundo Gombrich (2011, p.94), “de fato, os artistas gregos tinham dominado os meios de transmitir um pouco dos sentimentos mudos existentes entre as pessoas”. A arte dos romanos teve grande valor religioso para os povos que entraram em contato com a expansão do império romano (GROMBRICH, 2011).

Por fim, as artes grega e romana influenciaram a capacidade do homem de representar sua visão dos deuses e heróis com belas formas e cores fortes e vibrantes.

2.3. As Cores das Pinturas no Renascimento

O renascimento foi um movimento artístico e intelectual importantíssimo para a arte que conhecemos hoje, este movimento teve início em meados do século XIV, propriamente na Itália, posteriormente o movimento renascentista se espalhou por toda Europa. Nesse período, “a percepção da cor trouxe uma bagagem cultural e histórica” (CANOVAS, 2018, p.33). Os artistas renascentistas foram hábeis em selecionar uma variedade de pigmentos, tonalidades e técnicas que foram importantes para oferecer às obras produzidas “melhores qualidades ópticas, de manuseamento e até mesmo de durabilidade” (MENDES, 2012, p.123). Entre os principais pigmentos utilizados neste período, estavam aqueles que tinham a cor azul. Segundo Gonçalves (2018), a cor azul era extraída de uma pedra preciosa conhecida como lápis-lazúli, uma rocha composta por Lazurita, Calcita e Pirita, sendo, porém, a cor azul atribuída a lazurita, que tem fórmula $(\text{NaCa})_8[\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl}]_2(\text{AlSiO}_4)_6$. O pigmento azul, também denominado como ultramarinho, era trazido do Afeganistão pelo mar de Veneza e possuía alto valor de mercado.

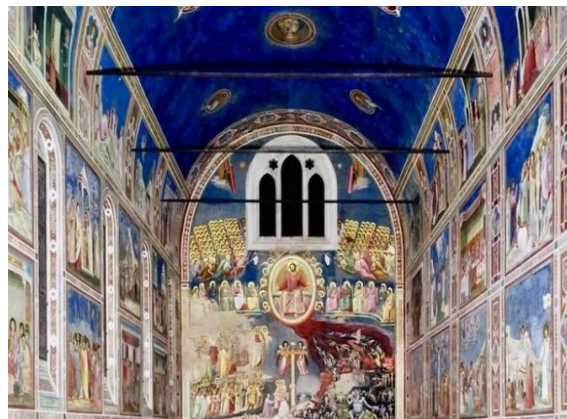
A técnica adotada para transformação do mineral lazurita em pigmento, ocorria por meio da moagem do mineral, utilizando uma pedra de pórfiro, até obter a granulometria adequada. No processo de purificação da lazurita, o produto era envolvido em goma arábica, cera de abelha e resina, e a bola formada da mistura era dissolvida em um banho de ácido. Com este laborioso processo de purificação, a extração do pigmento azul da lazurita se tornou uma técnica muito cara e, por essa razão, esse era o pigmento mais valioso da época, até mais que o próprio ouro (CORRÊA, 2017). Assim, devido ao seu alto preço, o pigmento azul era usado em pinturas que retratavam o que era Divino, a exemplo do manto da virgem Maria pintado por Rafael Sanzio (1483-1520). O pintor italiano renascentista retratou o manto da virgem Maria em azul na imagem “Sagrada Família com Rafael, Tobias e São Jerônimo” (1513-1514), também denominada de Madona do Peixe (Figura 11). Sob a mesma influência, Giotto di Bondone, pintou na Cappella degli Scrovegni, em Pádua, um ciclo de afrescos retratando cenas da vida da Virgem Maria e da Paixão de Cristo, utilizando a cor azul de forma predominante (Figura 12).

Figura 11 - A cor azul na representação do manto de Maria na obra Madona do Peixe de Rafael Sanzio



Fonte: Wikipedia (2022 a)

Figura 12 – Imagem dos afrescos (1303-1305) de Giotto na Cappella degli Scrovegni, em Pádua.



Fonte: Guia (2022)

Após a pintura da Cappella Scrovegni, a igreja católica atribuiu a cor azul como sendo a cor de representação do Divino e seu uso ficou restrito às pinturas da Virgem Maria e de representações divinas (CORRÊA, 2017).

Na conjuntura da arte renascentista, a cor verde mais utilizada era o verdete, que se originava do acetato de cobre $\text{II Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ associado ao hidróxido de cobre $\text{II Cu}(\text{OH})_2$. A técnica para obtenção desta cor era caracterizada pela aplicação do ácido acético em lâminas de cobre. Para que a coloração verde surgisse, o produto era misturado com outras substâncias como o branco de chumbo $(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, um carbonato básico de chumbo, ou ao óxido de estanho II (SnO) , a cassiterita. Já os pigmentos amarelos, bastante usados durante o movimento renascentista, tinham como fonte os óxidos de chumbo II (PbO) e de estanho II (SnO) . Os tons amarelados eram muito importantes para a paleta de cores das pinturas no século XV e XVI e, muitas vezes, o pigmento era obtido através da calcinação do óxido em altas temperaturas (MENDES, 2012). Por outro lado, na pintura renascentista de meados dos séculos XVII e XVIII “utilizava-se o violeta, o azul-claro, a púrpura e o dourado como detalhe final da peça artística” (CANOVAS, 2018, p.33).

No contexto do renascimento, merece destaque o pintor e escultor Michelangelo Buonarroti, a técnica de pintura à óleo nas cores vermelha e azul, usadas por ele, dão vida à uma das pinturas mais famosas do renascimento, “a criação do homem”, localizada na Capela Sistina no Vaticano (Figuras 13), compondo a pintura do teto da capela (Figura 14), que retrata cenas com ancestrais de Cristo, histórias de Noé, a criação e a perdição de Adão e Eva, A Criação e dos profetas e sibilas (SCHLEY, 2017). Nesta magnífica obra de Michelangelo é possível observar como a expressão e combinação das cores, oriundas dos mais diversos tipos de corantes e suas misturas, é responsável por trazer identidade a obra, tal como uma impressão

digital de seu autor. Michelangelo se distinguiu de outros pintores da renascença por apresentar uma visão da anatomia do corpo do homem e por retratar os maiores acontecimentos descritos no livro de gêneses na Bíblia, entre elas, estão: a criação do homem e a separação da luz e das trevas etc. (CORRÊA, *et al.*, 2008; DOS SANTOS AFONSO; FLIEGEL; KOTK, 2021).

Figura 13 - Pintura do teto da Capela Sistina pintada por Michelangelo



Fonte: Wikipedia (2021)

Figura 14 - Pintura “a criação do homem” no centro do teto da Capela Sistina



Fonte: Consiglio (2021)

Outro mestre da pintura renascentista foi Leonardo da Vinci. O pintor deixou um legado de técnicas de preparação. Ele aprofundou seus conhecimentos sobre a composição química dos materiais a fim de produzir novas paletas de cores e utilizá-las para criar obras que deram características e traços únicos em suas peças, tal como a técnica chamada de giz tons pastel. Segundo Mourão (2011, p.28), Leonardo não comprava tintas, ele dispunha de “seus estudos de química e fabricava cada cor através de suas experiências com produtos químicos e misturas obtidas de extratos de frutas e folhas silvestres”. Foi por meio da experimentação que Da Vinci começou a concretizar suas técnicas, testando novos compostos (KIROKI, 2016; ATALY, 2006).

Da Vinci [...] “teve conhecimento da tinta a óleo através dos pintores flamengos e as desenvolveu e utilizou muito. Com seus conhecimentos de química (ciências), pesquisou profundamente cores e tintas, que são únicos em seus trabalhos” (MOURÃO, 2011, p.29). Como exemplo da genialidade de Da Vinci, destacam-se duas de suas pinturas a Mona Lisa (Figura 15) e o retrato de Ginevra de Benci (Figura 16) (MOURÃO, 2011).

Figura 15 - Mona lisa (conhecida como Gioconda) pintada entre os anos 1503 e 1506.



Fonte: Wikipedia (2022 c)

Figura 16 - Ginevra de' Benci pintada entre 1474 e 1476, retratava uma jovem aristocrata de Florença.



Fonte: Wikipedia (2022 c)

As contribuições que a arte e as pinturas renascentistas trouxeram vão muito além do legado artístico e da expressão de uma época, elas podem servir como base para a ampliação dos conhecimentos científicos através da discussão conceitual no campo das ciências naturais (química, biologia, física), história e matemática construindo conhecimento de forma integrada.

2.4. As cores na Arte Impressionista e Modernista

O impressionismo foi um movimento artístico que surgiu na França no final do século XIX associado a "Belle Époque" (1871-1914), teve um papel importante para a história da arte, em especial com a utilização da técnica de captação da luz natural nas pinturas, valorizando a luminosidade instantânea (ZANCHETTA, 2004), as técnicas de pintura desse movimento trouxeram consigo uma mistura de cores dos mesmos tons.

As técnicas manipuladas no impressionismo não se enquadravam na arte acadêmica, ou seja, os pintores criavam suas telas com paletas de cores de várias tonalidades, partindo da forma como enxergavam a natureza. Não foram encontrados registros similares em movimentos anteriores, esse estilo rompia com as técnicas desenvolvidas pelos artistas clássicos, anteriores, e consequentemente essas novas técnicas não foram aceitas na época. No impressionismo, diferentemente da arte em ambientes internos, apresentadas até aqui, as pinturas eram criadas ao ar livre (fora dos ateliês, cavernas, residências), sendo as paisagens as grandes personagens destas obras.

Nesse período, “[...] estabelece uma revalorização dos elementos cromáticos e da luz natural na pintura, entendendo que a cor é algo físico, mas que a percepção é algo individual e psicológico” (CANOVAS, 2018, p.33). Desta forma, a pintura impressionista se destacou por

usar as sete cores do prisma e a decomposição da luz do sol sobre o objeto e os efeitos visuais percebidos pelos olhos.

É possível interpretar que a cor no contexto do impressionismo era percebida de forma científica, pois esta dependia da interação entre luz e objeto. Deu-se, então, início a uma atenção ao reflexo da luz sobre o objeto e o funcionamento óptico.

A sinopse do impressionismo e sua paleta de cores estão representadas pela pintura “impressão do nascer do sol (1872)” (Figura 17) de Claude Monet. Nela, observa-se as cores, laranja, muitos tons de azuis e verde refletidos no mar e no céu.

Figura 17- Pintura de Claude Monet, impressão nascer do sol (1872)



Fonte: Elola (2014).

Nessa época, o cenário das pinturas evoluiu com o surgimento de pigmentos sintéticos, tal como o azul da Prússia ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$). O pigmento sintético azul é produzido pela reação do ferrocianeto de potássio ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), que é laranja, com íons ferro III. “O Azul da Prússia foi um dos pigmentos preferidos pelo pintor holandês Vincent van Gogh, devido a sua intensidade e profundidade” (VOLPE, 2018, p.73).

O impressionismo foi um movimento que influenciou muitos artistas, entre eles, Paul Cezanne, Georges Seurat, Vincent van Gogh, Paul Gauguin, além de outros que fizeram parte do movimento pós-impressionismo.

Segundo Freitas (2018, p.27), “o impressionismo se configurou como o início de uma ruptura que iria transformar a tradição artística e nos levar à arte moderna, que influenciou Picasso nas premissas, condições e quanto às finalidades do trabalho artístico”.

A Arte Moderna surgiu na Europa no final do século XIX e “buscou encontrar um novo papel de servir como campo de experimento para se criarem novas formas e padrões estéticos na sociedade contemporânea” (ARGAN, 1996 apud FREITAS, 2018, p.28). Os

principais movimentos da Arte Moderna são: o surrealismo, expressionismo, futurismo, dadaísmo, cubismo, entre outros.

Os nomes que mais se destacaram nesse percurso artístico foram os pintores Pablo Picasso, no cubismo, Salvador Dalí, como figura principal das obras surrealistas, e Andy Warhol (1928 - 1987), na pop-arte. Os três artistas mencionados são responsáveis por novas perspectivas que possibilitaram ao espectador uma visão diferente sobre as formas de pinturas (FREITAS, 2018).

A paleta de cores na arte moderna contou com a importante contribuição de Picasso, que apresentou elementos e tons que foram pilares para o movimento modernista. As obras “Girl in a Chemise” (1905) (Figura 18) e “Les Femmes d’Alger (O.J.)” (1911) (Figura 19) retratam, respectivamente, a mudança da sua fase azul melancólico por tons de cores mais pastel e o início do seu período rosa. Para a obtenção dessa tonalidade o pintor usava tons de amarelo-marrom, misturados ao branco.

Figura 18 – Girl in a Chemise, 1905



Fonte: Wikipedia (2022 d)

Figura 19 - Les Femmes d’Alger (O.J.), 1911



Fonte: Wikipedia (2022 e)

Não obstante, a riqueza artística das obras de arte mais recentes, observa-se que os ensinamentos acerca da composição química dos pigmentos e técnicas de obtenção e preparo oriundos dos períodos anteriores, inclusive os mais primitivos, bem como o desenvolvimento de pigmentos sintéticos e novas técnicas de aplicação e conservação das obras e artefatos levaram as artes (pintura) para rumos distintos e um novo patamar.

Os artistas do renascimento, como Leonardo da Vinci e outros, preparavam suas próprias tintas com folhas, restos de animais e minerais a base de metais pesados; Pablo Picasso, ícone da pintura moderna, utilizou tintas de parede (tinta sintética), a base de óxido de zinco

(ZnO), para a confecção de suas obras, como pode ser observado no estudo realizado por Casadio e Rose (2013). A Figura 20 é uma das obras de Picasso pintada com tinta sintética.

Figura 20 - Obra de Picasso pintada com tinta sintética



Fonte: Quenqua (2022)

Ainda refletindo sobre os avanços científicos ocorridos ao longo da história da arte, em especial a pintura e sua associação com a química, no que diz respeito a segurança relacionada ao uso dos corantes e pigmentos, constatou-se que, entre os séculos XVI e XIX, os pigmentos utilizados eram compostos a base de metais (pesados) como: arsênio (As), cobalto (Co), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cobre (Cu), estanho (Sn) e cádmio (Cd), substâncias extremamente tóxicas.

A população de países europeus, sobretudo, a da França, utilizava as tintas para pintar obras de arte, roupas e os cômodos das residências, até o imperador francês Napoleão Bonaparte desfrutava de um quarto muito luxuoso pintado de verde brilhante, chamado de verde de *Scheele* (CuAsHO_3), sua cor favorita (VOLPE, 2018).

No entanto, essa cor era produzida a base de arsênio, substância tóxica que, posteriormente, foi atribuída a causa da morte de Napoleão, um câncer no estômago. Atualmente, sabemos que a exposição a arsênio tem sido associada ao aumento do risco de carcinoma gástrico (VOLPE, 2018, p.78), além disso, investigações químicas encontraram vestígios de uma quantidade significativa de arsênio no cabelo do imperador, toxicidade provavelmente causada pelo verde de *Scheele*.

A comprovação da toxicidade desse material só fora possível no século XIX, quando o cientista alemão Leopold Gmelin percebeu a presença do ácido dimetilarsínico ($(\text{CH}_3)_2\text{AsO}_2\text{H}$) durante a produção do pigmento verde de *Scheele* (VOLPE, 2018, p.78). O ácido dimetilarsínico apresenta altos níveis de toxicidade por ser facilmente absorvido por

inalação. Por ingestão ou inalação, derivados de arsênio causam doenças intestinais, distúrbios no sistema vascular e periférico, bem como o câncer (BARRA, 2000).

Com a comprovação da toxicidade desses metais, atualmente, é proibida a confecção de tintas, pigmentos, vernizes, corantes e outros produtos similares, que contenham metais pesados, visando assim impedir os efeitos nocivos desse tipo de substância, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Isso mostra que a construção do conhecimento está relacionada ao ser humano e é algo contínuo, pois com os inúmeros testes feitos por todos os pintores e aprendizes, pôde-se adquirir informações suficientes que levaram a produção de corantes mais seguros, duráveis e de inúmeros tons que eram inexistentes nos primórdios.

É interessante notar também como o avanço da ciência ao longo do tempo permite, hoje, reconhecer o que há em cada pincelada do artista, configurando-se em uma “assinatura química” ou impressão digital da obra, determinada pelas substâncias e impurezas que compõem a tinta. Esta "impressão digital química" está associada ao local e época em que a obra ou artefato investigado foram feitos.

Após o estudo acerca dos principais movimentos artísticos, direcionados à luz do papel dos corantes naturais na arte, e considerando suas características químicas, tornou-se relevante complementar esse estudo, realizando uma síntese sobre as manifestações artístico-culturais dos povos nativos do Brasil, os indígenas. Tendo em vista que as pinturas corporais e de artefatos desenvolvidas pelos povos indígenas são, basicamente, a base de corantes naturais, mesmo nos dias atuais. Além disso, será apresentado uma breve descrição sobre a utilização destes corantes pelos povos indígenas brasileiros, cuja cultura é marcada por rituais e simbolismos que são expressos na forma de pinturas corporais, utilizando cores fortes, intensas e vibrantes.

2.5. As Cores como manifestação da identidade cultural indígena

A expressão artístico-cultural, através das cores, não foi uma particularidade apenas do homem primitivo ou de outros continentes. Os yanomâmis, os Krenak, os Boras, os Guaranis, os Tupinambás, os Caiapós, os Patachós, e os Carajás, além de muitas outras etnias indígenas do Brasil, já se manifestavam através das cores obtidas a partir de pigmentos extraídos do urucum, açaí, jenipapo, babaçu, açafrão etc., assim como de pigmentos minerais, os quais foram e ainda são bastante explorados por estas culturas em seus rituais (VANUCHI e BRAIBANTE, 2008).

Os métodos para extrair os pigmentos de folhas, frutos e sementes utilizam-se de técnicas simples de maceração e, em algumas situações, o pigmento é misturado a outros componentes para se produzir o tingimento desejado da pele, a exemplo do pigmento vermelho brilhante extraído do urucum. Segundo Souza (2022, p.36), [...] “algumas comunidades indígenas adicionam óleo vegetal na intenção de efetuar o brilho avermelhado na pintura corporal”. A técnica é primitiva, porém utilizada até hoje.

Para os indígenas, a tradição de pintar o corpo não é uma prática somente artística e emocional. Pelo contrário, sempre houve muita sabedoria e intencionalidade dos povos indígenas na utilização dos pigmentos para o corpo. Por exemplo, os rituais de embelezamento (Figura 21); as disputas entre guerreiros eram marcadas por meio das pinturas corporais (Figura 22); a identificação dos integrantes da tribo; como também serviam para prevenir picadas de insetos; a pintura corporal é tida como a segunda pele para o indígena (CARVALHO, 2015).

Figura 21 - Indígena da etnia Tuyuka da Aldeia Utapinopona com pintura corporal



Fonte: Soares (2018)

Figura 22 - Pintura corporal Kuarupó indígena da aldeia e etnia Kuikuro



Fonte: Teles (2021)

De acordo com Gaudêncio, Rodrigues e Martins (2020, p.182) o papel das pinturas corporais na cultura indígena é um símbolo “essencial e marcante em rituais, nas representações de suas celebrações de fertilização ou cerimônias fúnebres”.

A tradição indígena de pintar-se em cerimônias foi fundamental para a evolução do conhecimento acerca dos produtos naturais extraídos da floresta e permitiram que a civilização moderna pudesse usar cosméticos, realizar o tingimento de cabelos, pelos, penas e de tecidos. Na atualidade, essas pinturas ainda resistem como componente de identificação cultural que representam os costumes e os valores característicos desses povos.

De acordo com Souza (2022, p.36):

Para as mulheres indígenas pintar é um momento de alegria, e também uma demonstração de carinho, nas comemorações festivas; os homens geralmente pintam a pele com desenhos de animais, pássaros ou peixes, desenhos estes que servem para identificar o grupo social ao qual pertencem.

A arte indígena brasileira expressa-se por meio de pinturas que apresentam formas geométricas e cores fortes, que têm significados distintos para cada etnia indígena. Nesse contexto, conferem identidade cultural, pois “são caracterizadas por conjuntos simbólicos e de linguagens exclusivas de cada cultura (SOUZA, 2022, p. 34). As figuras 23 e 24 mostram exemplos da pintura indígena corporal e em artefatos.

Figura 23 - Jovens Apinajé, pintados e ornamentados para dia de festa



Fonte: Seleucia (2021)

Figura 24 - Cerâmicas Baniwa (esquerda) e cerâmicas Tukano (direita)



Fonte: Fernandes (2022)

Assim, buscar conhecer e se aprofundar nos conhecimentos trazidos pelos povos indígenas à sociedade moderna para que possamos compreender melhor e respeitar o papel de todos na construção do país é fundamental. Nesse contexto, embora distintas em suas manifestações, as artes e pinturas se configuram em tema riquíssimo para trabalho em sala de aula à medida que trazem um resgate histórico-cultural dos povos e civilizações, bem como criam uma noção nos estudantes de que o conhecimento científico é uma construção coletiva e humana. A problematização a partir do tema artes na interface com a química constitui em terreno fértil de discussões e possibilidades em sala de aula. Cabe ao professor escolher as estratégias mais convenientes de acordo com o seu grupo de estudantes, bem como com o tempo que lhe é fornecido para explorar essas possibilidades.

Para além do resgate histórico-sociocultural, problematizar a temática dos corantes na interface com as artes, através das pinturas, possibilita um trabalho interdisciplinar com outros ramos das ciências, como a física e a biologia, explorando fenômenos ópticos e da natureza da luz e da cor, assim como a forma que ocorre a percepção das cores e tonalidades pela visão.

As definições de cor e sua origem, o espectro eletromagnético e suas faixas, e a compreensão de como ocorre a percepção visual da cor pelos olhos serão tratados na próxima seção. Para compreender como ocorre a percepção das cores pela visão, a seção seguinte será iniciada com as seguintes indagações: O que é luz? Como nossos olhos percebem as cores?

3. O QUE É A LUZ? COMO O OLHO HUMANO OBSERVA AS CORES?

Para uma melhor compreensão do que é necessário para entender o fenômeno das cores, é preciso definir a natureza da luz e sua relação com o espectro eletromagnético e seus múltiplos comprimentos de onda e frequências. Além disso, será investigado como ocorre a percepção da cor pela visão e a decodificação desta mensagem para o cérebro humano.

3.1. A luz e as cores

A natureza da luz foi objeto de estudo desde a época dos gregos e há muito tempo já se discutia sobre sua formação e composição. Em 1704, Newton entendia a luz como corpúsculos (partículas) emitidos por corpos brilhantes. Em seu modelo, Newton considerava que a propagação da luz era retilínea pelo fato de as partículas que compõem a luz possuírem massa muito pequena e por se propagarem rapidamente. Thomas Young, Christiaan Huygens e Augustin Fresnel realizaram experimentos e formularam teorias que evidenciaram a natureza ondulatória da luz. Já no início do século XX, Planck (1858-1947) e Einstein (1874-1955), a partir da teoria dos fótons, conciliaram estas duas visões e assim surgiu o comportamento dual onda-partícula da luz (SILVA, 2010). Então compreende-se que a luz, em determinados momentos, se comporta como uma onda; e, em outros, como partícula (OLIVEIRA, 2001).

Por apresentar comportamento ondulatório, a luz apresenta frequência (f) e período (T), também é descrita pelo comprimento de onda (λ). O comprimento de onda refere-se a distância entre dois máximos ou dois mínimos das ondas geradas, que corresponde uma oscilação completa da onda; e a frequência é o número de repetições ou ciclos de uma onda por um segundo (SOUZA, 2019). A unidade de frequência do Sistema Internacional (SI) é o hertz (Hz), que equivale a uma oscilação em 1 segundo, representada pela letra f . O comprimento de onda λ é expresso em nanômetro (nm), e equivale a 1×10^{-9} nm.

Na equação 1 que descreve a velocidade (V) das ondas eletromagnéticas é dada por:

$$V = \lambda \cdot f \text{ (equação 1)}, T = 1/f, f = T/\lambda$$

Onde, λ é o comprimento de onda, f é a frequência da luz e T é o período

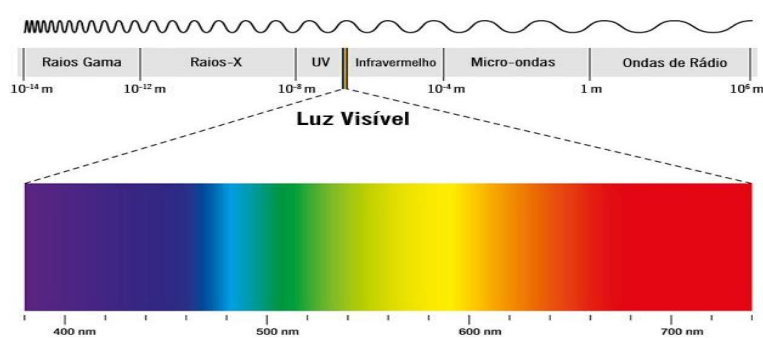
Na equação 1, vemos que a velocidade depende tanto do comprimento de onda, quanto da frequência da luz. Rearranjando a equação 1, temos que o período é igual a 1 sobre a

frequência da luz. Observe que de acordo com a equação 1, a frequência da luz pode ser expressa em período sobre o comprimento de onda.

A luz é uma onda eletromagnética formada pela propagação em conjunto de um campo elétrico e um magnético. Sendo uma radiação eletromagnética, a luz pode propagar-se através de diversos meios e sofrer alterações de velocidade ao passar de um meio de propagação para outro. Na equação 1, para ondas eletromagnéticas a velocidade (v) é igual a velocidade da luz (c). A velocidade da luz, que não é exclusiva da luz visível, mas sim de todos os tipos de radiação eletromagnética, possui valor igual a 299.800 km/s ou $3,0 \times 10^8$ m/s.

Considerando a luz visível, aquela captada pela visão, Martins, Sucupira e Soares (2015, p.1511) dizem que esta se constitui de uma série de ondas eletromagnéticas que compreendem apenas uma parte do espectro eletromagnético (Figura 25), a localizada entre o ultravioleta e o infravermelho.

Figura 25 - Espectro de Luz visível com subdivisão (de acordo com o comprimento de ondas)

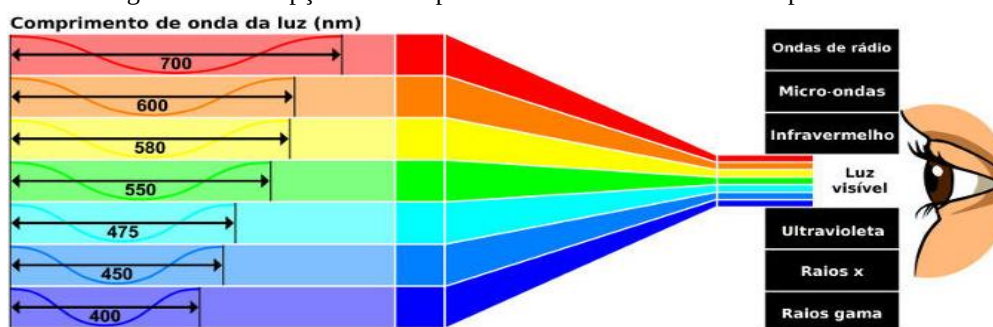


Fonte: Harris (2008)

A luz visível possui certos comprimentos de onda (λ) ou frequências (f) que são captados pelos olhos humanos e identificados como cores. Cada cor, portanto, tem uma faixa de comprimento de onda correspondente que varia entre 380 a 740 nm. A luz branca, proveniente do sol ou de outras fontes artificiais, pode ser compreendida como a mistura de todas as cores ou a mistura de ondas eletromagnéticas de vários comprimentos de onda (λ) ou frequências (f) que abrangem o espectro na região do visível (HALLIDAY e RESNICK, 2011).

Assim, é possível perceber que a cor vermelha possui uma faixa de comprimento de onda e frequências, no espectro de luz branca, que varia entre 625-740nm ($f = 4,6 \times 10^{14}$ hertz). Enquanto a cor violeta possui frequência de $6,7 \times 10^{14}$ hertz. O comprimento de onda da cor verde varia entre 500-565 nm (Figura 26).

Figura 26 - Percepção dos comprimentos de onda da luz branca pelos olhos



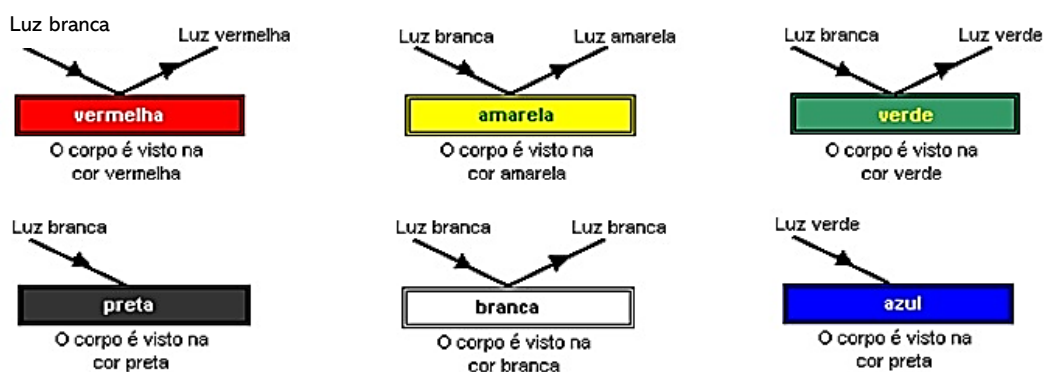
Fonte: Helerbrock (c2022)

Diante disso, é possível dizer que a cor não é um componente intrínseco dos objetos, mas também um fenômeno sensorial, tal como compreendiam os pintores do impressionismo.

Cosmo (2015, p.25) lembra ainda que “no contato entre a luz e o material, os comprimentos de onda da luz podem ser: absorvidos, refletidos ou ainda sofrerem refração²”.

Assim, existe uma dependência da cor com a fonte luminosa incidente. Uma substância ou objeto não se comportam de formas idênticas em relação a luz que reflete se variada a fonte de luz incidente. Se um corpo é iluminado por luz vermelha e reflete a cor vermelha, iremos enxergá-lo vermelho; da mesma forma se incidido por luz branca solar e houver reflexão da cor amarela, enxergaremos o amarelo, tal como será para o verde (Figura 27). Quando um objeto reflete de forma difusa todas as cores, enxergamos esse corpo ou substância com a cor branca; se ele absorve todas as cores, veremos preto.

Figura 27 - O corpo ou objeto é enxergado com uma determinada cor em virtude da reflexão ou da absorção de luz



Fonte: Adaptado do Tom de Física (2011)

² Refração pode ser definida como a passagem de luz por meio de uma superfície ou interface que separa dois meios (COSMO, 2015)

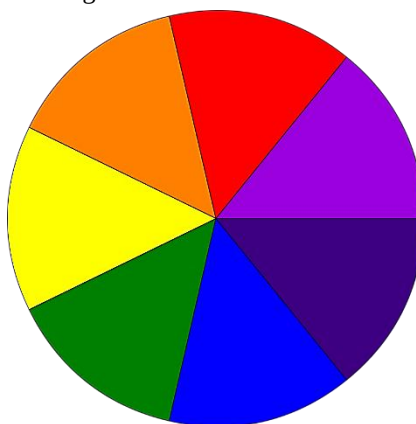
Através da figura 27 é possível explicar como a formação de cores está vinculada a interação dos materiais (objetos) com a luz. Cabe também ressaltar que, quando se fala de cor, trata-se da reflexão e da absorção de luz, ou seja, uma fração do espectro eletromagnético que foi absorvida ou que será refletida; é essa porção de luz refletida ou transmitida que efetuará a sensação visual pertinente àquela cor observada (HENRIQUE, *et al.*, 2019).

Por outro lado, um objeto azul quando iluminado por luz monocromática verde (luz composta de uma única cor) absorverá a luz verde e não refletirá nenhuma cor, de modo que o enxergaremos como preto (Figura 27). Portanto, o fenômeno da formação de cor de um objeto não depende somente dele, mas também da luz que o ilumina.

No que tange a observação das cores, podemos dizer que a cor faz parte da natureza e está presente na vida do homem há milhares de anos. Do ponto de vista sociocultural, as cores estão associadas a ideia de beleza, saúde, vida, amor, entre outros sentimentos. Para compreender o funcionamento e a diversidade de tonalidades e cores é essencial revisar a teoria trazida nos estudos de Newton.

O disco de Newton, mostrado na Figura 28, “foi construído sobre um disco dividido em sete fatias, como as de uma pizza, e pintadas com cada uma das sete cores primárias estabelecidas por Newton” (SILVEIRA e BARTHEM, 2016).

Figura 28 - Disco de Newton

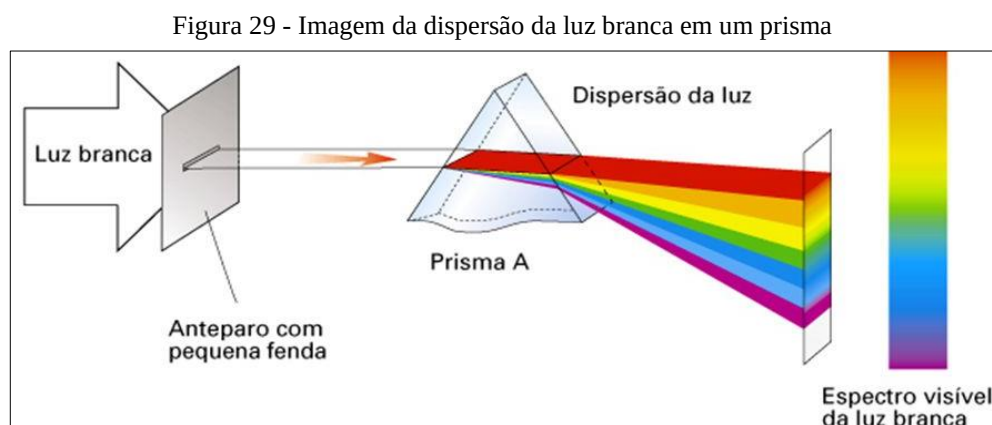


Fonte: Wikipedia (2020)

Newton supôs que existiam sete cores básicas: o vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta oriundas da decomposição da luz branca solar. Sua hipótese pode ser confirmada com o experimento de decomposição da luz branca que foi realizado com o auxílio de um prisma e evidenciou o fenômeno óptico de dispersão da luz. O experimento com o prisma nos mostra os desvios sofridos por cada cor ao passar pelo prisma, possibilitando que Newton

constatasse que a luz branca, ou luz solar, era “composta por uma mistura de luzes de várias cores, componentes hoje chamados de radiações monocromáticas”. (SILVEIRA, 2015, p.25). A decomposição da luz branca depende do índice de refração de dois meios transparentes e é uma relação da velocidade de propagação da luz no vácuo com a velocidade de propagação no próprio prisma. Quando a luz atravessa o prisma, sua velocidade de propagação é alterada, resultando nos desvios e na separação em cada comprimento de onda (cor) (HALLIDAY e RESNICK, 2010). A passagem da luz pelo prisma possibilitou que Newton entendesse a dispersão óptica e a composição da luz branca.

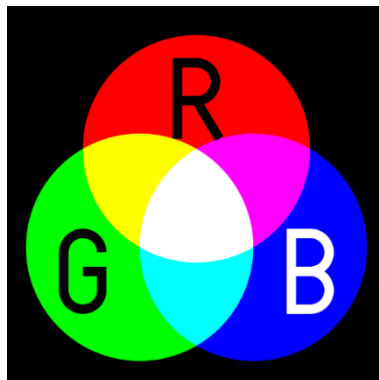
Assim como no prisma, o arco-íris decompõe a luz branca em sete cores, que correspondem a comprimentos de onda e frequências de oscilação diferentes (Figura 29) (ROCHA, 2010).



Fonte: Pachani [s.d.]

Com base no entendimento da dispersão da luz branca através do prisma, as cores primárias foram definidas como: [...] “o vermelho, o verde e o azul, as três cores primárias geradoras ou aditivas, formadas a partir de luzes coloridas, de três comprimentos de onda distintos” [...] (CHAIBUB, 2017, p.47). A partir das cores primárias é possível misturar e obter novas cores, chamadas de secundárias, que “são mais luminosas que as primárias” (CHAIBUB, 2017). A mistura das cores primárias origina outras três cores: 1) o vermelho e o verde formam o amarelo, que é então complementar ao azul; 2) o verde e o azul formam o ciano, que é complementar ao vermelho; 3) o azul e o vermelho formam o magenta, o qual é complementar ao verde (CHAIBUB, 2017 p.47) (Figura 30). Essa racionalização está proposta no disco de Newton através do sistema RGB (Red = vermelho, Green = verde e Blue = azul), imprescindível para evidenciar que a luz branca é gerada da mistura das cores RGB.

Figura 30 – Mistura de Cores RGB



Fonte: Wikipedia (2022 f)

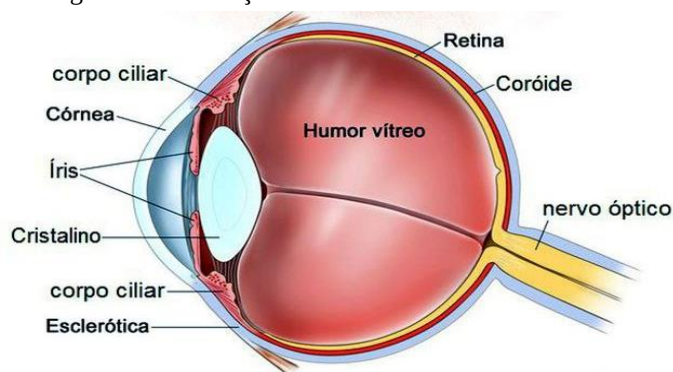
Essas três cores primárias compõem todas as tonalidades que conseguimos enxergar, inclusive, alguns aparelhos eletrônicos aplicaram esse sistema de cores em telas e displays (ROCHA, 2010). Todavia, cabe destacar que existe o sistema de cores CMYK, que considera como cores primárias o Ciano (Cyan), o Magenta (Magenta), Amarelo (Yellow) e Preto (Black, representado por Key para não confundir com o B de "Blue" do sistema RGB). Esse sistema é empregado em impressoras e serve para obter cor com pigmentos (tintas e objetos não-emissores de luz) (SILVA, 2021)

Por fim, conhecendo a natureza da luz e das cores e sua forma de interação com a matéria, pode-se compreender como se dá a percepção sensorial da cor.

3.2. A Visão

Sabe-se que através da luz o homem recebe grandes quantidades de informação do mundo que o cerca, e que para ver as imagens e os objetos, necessita-se de um sistema visual. Pode-se dizer que, a cor apresenta um papel importante para a sobrevivência do homem e, por vezes, a ideia de cor pode se tratar de um conceito subjetivo, o qual consiste na interpretação de uma informação feita por um sistema sensorial específico (a visão) e que é levada ao cérebro dos animais. Nesse contexto, o olho é um dos órgãos mais importantes do corpo humano, sendo responsável pela captação da informação, sob a forma de comprimentos de onda (λ) ou frequências (f), provenientes do meio exterior, e pela sua decodificação em impulsos nervosos através da ação de células nervosas especializadas, os fotorreceptores. São os fotorreceptores (células fotossensíveis), localizados na retina dos olhos, que transformam a luz, focalizada pelo cristalino, em impulsos elétricos que são enviados para o cérebro através do nervo óptico (Figura 31). As imagens formadas na retina são decodificadas e interpretadas pelo cérebro.

Figura 31 - Ilustração da anatomia de um olho humano



Fonte: Magalhães (2022)

Segundo Cosmo (2019, p.28), “[...] O olho humano consegue distinguir vários comprimentos de onda à medida que são recebidas pelas células fotossensíveis. São células especializadas como cones e bastonetes que detectam e distinguem a formação de imagens coloridas baseadas em suas especificidades.

De acordo com Martins, Sucupira e Suárez (2015, p.1508):

[...] Os bastonetes são responsáveis pela detecção de cores de penumbra, ou seja, branco, preto e cinza, não distinguindo as demais cores. Já os cones são diferenciados em três tipos, os que absorvem a luz vermelha, a verde e a azul, sendo estes os responsáveis por gerar e distinguir as cores. Posteriormente, com a mistura dos sinais relativos a essas três cores o nosso cérebro consegue formar qualquer outra cor do espectro visível. [...]

Os olhos são as janelas para entrada da luz, a “tonalidade das cores” vai depender da percepção do observador e das circunstâncias do local, da iluminação e da “transmissão de impulsos nervosos ao cérebro” (MELCHIADES e BOSCHI, 1991, p.14). Isto, porque é necessário que haja luz sob um objeto ou corpo, para que o sujeito tenha a sensação visual. Os conceitos de óptica explicam que “a luz não tem existência material” (CANOVAS, 2018, p.33), portanto, o que o olho humano visualiza é uma decomposição das cores primárias.

Com esse conjunto de conhecimentos adquiridos até agora, será retomada a discussão acerca dos corantes, abordando um pouco mais da química dos produtos naturais coloridos e a relação entre a estrutura molecular e a presença de certos padrões que fazem com que uma substância seja capaz de apresentar cor característica ou não. Para isso, será definido o que é corante e pigmento e a diferença entre eles, bem como, os tipos de corantes e pigmentos, a natureza deles, a composição química e a característica de ambos. Posteriormente, serão apresentados os corantes naturais mais comuns do cotidiano e suas propriedades químicas. Já que os pigmentos (corantes/tintas) absorvem e refletem porções de radiação eletromagnética da luz branca, em cores que podem ser percebidas.

4. PIGMENTOS E CORANTES

No geral, a ascensão da arte também está atrelada ao desenvolvimento dos processos e do conhecimento químico, isto porque, a descoberta de novas técnicas de extração e modificação de elementos químicos, substâncias (síntese de novos materiais em laboratório) e a evolução dos conhecimentos especializados em métodos, manutenção, produção e controle de materiais foram primordiais para que a química assumisse seu papel na confecção das cores, a fim de obter produtos fundamentais para as artes e pintura, que marcaram as inúmeras paletas de cores em movimentos históricos que expressaram a criatividade e as crenças do homem ao longo de anos.

Para compreender os saberes químicos envolvidos nos processos de pintura, é importantíssimo distinguir o que é pigmento e corante, definindo o seu comportamento químico e suas classificações.

A palavra *pigmento* origina-se do latim *pigmentum*, que significa aquilo que dá cor. Os pigmentos são substâncias insolúveis, e são responsáveis por fornecer cor as tintas. Quando os pigmentos são utilizados em superfície, proporcionam, “além da qualidade estética, proteção para o material (VOLPE, 2018, p.52)”. Eles podem ser de origem natural ou sintética (preparados por meio de reações químicas em laboratório) e podem ser classificados em orgânicos ou inorgânicos (Quadro 1).

Quadro 1: Os tipos de pigmentos e como podem ser classificados de acordo com suas características.

Tipo de pigmento	Composição química	Exemplo	Características
Pigmento inorgânico (minerais)	Como os óxidos, os sulfetos, os carbonatos, os cromatos, os sulfatos, os fosfatos e os silicatos de metais.	Utilizado nas indústrias de tintas gráficas, tintas e vernizes, estamparia têxtil e plásticos.	Estabilidade química e térmica, geralmente, menor toxicidade para o meio ambiente e para o ser humano. Alto grau de pureza e uniformidade e tem um custo-benefício melhor que os corantes naturais.
Pigmentos Orgânicos	Este tipo de pigmento é encontrado na natureza e pode ser sintetizado por várias técnicas e processos químicos.	Utilizado nas indústrias de tintas e vernizes para as indústrias automobilísticas e da construção civil, tintas gráficas, cosméticos, indústria têxtil, mas também nas indústrias de artefatos de couro, papel, alimentos, cosméticos, tintas e plásticos.	Os pigmentos orgânicos não são poluentes, já os pigmentos orgânicos naturais têm vários tons, muito brilho, e alto poder de coloração e não podem ser processados em materiais que são submetidos a altas temperaturas, como vidros e cerâmicas.

Fonte: Bondioli *et al.* (1998); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (2011); Veloso (2012)

As características dos dois grupos de pigmentos são importantes economicamente tanto para a indústria da cor como para as artes, devido as suas propriedades físico-químicas e térmicas. Os pigmentos derivados de compostos orgânicos³ se diferenciam daqueles produzidos a partir de compostos inorgânicos⁴ principalmente pelos tons, brilho e alto poder de coloração. Por outro lado, têm baixa estabilidade química e térmica. Em contrapartida, os pigmentos inorgânicos são mais estáveis a temperaturas elevadas e apresentam maior durabilidade.

Os pigmentos naturais, aqueles extraídos da natureza, podem ser compostos inorgânicos, como o óxido de ferro III (amarelo), carbonato básico de chumbo (branco), óxido de chumbo ou de alumínio (vermelho), sulfeto de mercúrio (vermelho), óxidos de chumbo e estanho (amarelo), arsenito de hidrogênio cúprico (verde), lazurita (azul), como vimos antes. Entre pigmentos orgânicos temos as antocianinas (azul-roxo), as betalainas (vermelhas), os carotenóides (verde-amarelo-laranja-vermelho), a jenipina (marrom-preto), a brasileína (vermelho), a bixina (laranja-vermelho), os curcuminóides (amarelo), as quinonas (vermelho-amarelo-laranja-marron), a clorofila (verde) etc.

Os pigmentos sintéticos são aqueles produzidos pelo homem através de reações químicas, podem assumir cores variadas e ainda ser orgânicos ou inorgânicos.

De acordo com o Conselho Regional de Química, pigmentos e corantes são substâncias que quando aplicadas a um material lhe conferem cor. No entanto, a principal diferença entre pigmentos e corantes é que, quando aplicados, os pigmentos são insolúveis e os corantes são solúveis. Além disso, outro diferencial entre os dois produtos diz respeito à cobertura, quando se usa o pigmento em uma tinta ele promove simultaneamente a cobertura, a opacidade, o tingimento e a cor; o corante só promove o tingimento, sem proporcionar cobertura. Desta forma, o corante mantém a transparência do objeto tingido, já o pigmento dá cor e tira a transparência (MARINHO; MONTEIRO, 2011).

Segundo Saron e Felisberti (2006), a diferença básica entre pigmentos e corantes está no tamanho das partículas e na solubilidade desta no meio em que é dissolvida. Os autores afirmam ainda que a “solubilidade de um determinado colorante pode ser determinada pela presença de certos grupos químicos na estrutura do composto, os quais podem ocasionar as diferenciações entre pigmentos e corantes”.

³ Compostos orgânicos são moléculas formadas por átomos de carbono ligados por meio de ligações covalentes entre si e com outros elementos, como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e halogênios (SOLOMONS, 2012).

⁴ Os compostos inorgânicos são aqueles que não apresentam em sua composição átomos de carbono, com exceção dos elementos CO, CO₂ e Na₂CO₃ (ATKINS e JONES, 2006).

A rigor, os pigmentos são de suma importância na produção dos corantes, pois ao serem combinados com outras substâncias químicas, eles são transformados em corantes (VELOSO, 2012, p.3).

Os corantes naturais são obtidos, através da extração de diferentes partes dos vegetais, folhas, caule, frutos, raízes etc. Existem vários métodos para extração dos corantes, desde técnicas utilizando equipamentos mais sofisticados, até métodos utilizando solventes orgânicos e extração com soluções reativas (alcalinas ou ácidas) (MASCARENHAS, 1998).

Os corantes sintéticos têm uma ampla utilização em diversos setores industriais, em razão de apresentarem uma variedade maior de tonalidade, um poder tintorial e brilho uniformes (TAKASHIMA; TAKATA; NAKAMURA, 1988; VANUCHI, 2019, p.20).

Com a finalidade de estabelecer uma conexão entre o tema deste caderno e o cotidiano dos estudantes e facilitar a exploração em sala de aula, serão utilizados apenas os corantes naturais para auxiliar na construção de conceitos químicos na escola, ademais, no fim do caderno, também serão disponibilizados algumas sugestões de atividades experimentais para auxiliar o professor no incremento de suas práticas pedagógicas.

5. A QUÍMICA E OS CORANTES NATURAIS

Existem muitos tipos de pigmentos naturais orgânicos e inorgânicos, os quais podem ser transformados em corantes a partir da extração das mais diversas fontes vegetais ou minerais. Esses corantes quando tratados corretamente podem fornecer uma variedade de cores que podem ser usadas para o tingir de tecidos, fibras, papel, restaurar obras de arte, colorir alimentos e bebidas e outras aplicações em geral (Figura 32).

Figura 32 - Exemplos de corantes extraídos de fontes naturais



Fonte: Imbarex [s.d.]

De modo geral, os corantes naturais orgânicos pertencem a muitas classes químicas distintas, são encontrados carotenóides, betalainas, curcuminóides, derivados do ácido carmínico e bixina, clorofila, compostos fenólicos, naftoquinonas, antocianinas e ainda compostos inorgânicos como as argilas em geral. A exploração dos conceitos será iniciada com a classe dos carotenóides na seção a seguir.

5.1. Carotenóides

Os carotenóides são os pigmentos naturais mais utilizados pela população, são empregados em diversos setores, incluindo a indústria de alimentos. Podem ser encontrados em fungos, bactérias, algas e vegetais. Estão presentes em cenouras, tomates, pimentões, brócolis, hortaliças, damasco, manga, laranja e melancia (MARTINS; SUCUPIRA; SOAREZ, 2015) (Figura 33).

Os produtos ricos em carotenóides trazem benefícios para saúde e o seu uso é recomendado, uma vez que podem “reduzir os níveis de colesterol e o risco de certos tipos de câncer, além de proteger contra a degeneração muscular e agirem como antioxidantes”

(CAÑAS e BRAIBANTE, 2019, p.18), auxiliando, portanto, na promoção da saúde e qualidade de vida das pessoas.

Figura 33 - Fontes de extratos dos corantes naturais ricos em carotenóides



Fonte: Carotenóides na preservação... (2016)

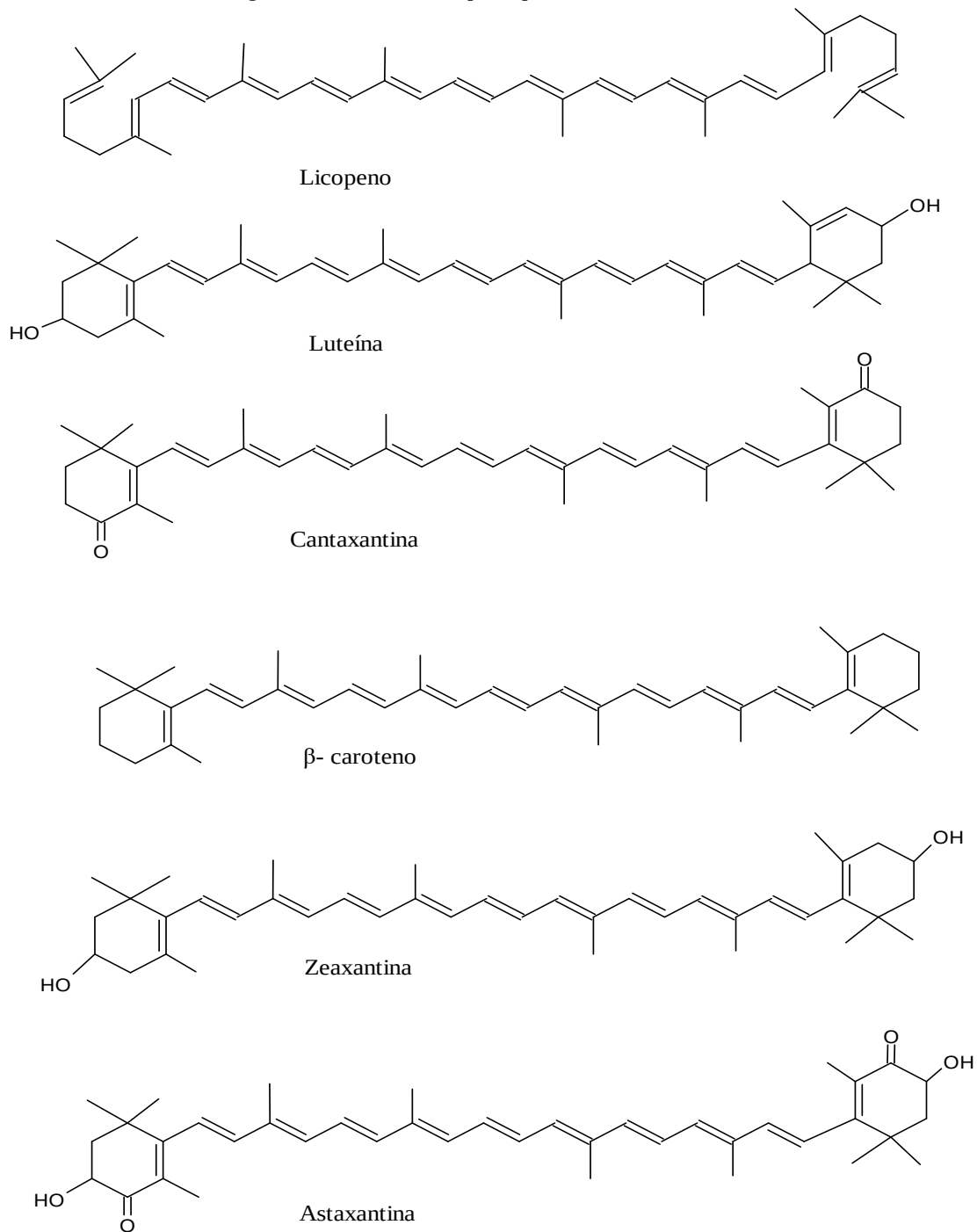
Quimicamente, alguns carotenóides possuem 40 átomos de carbonos com ligações duplas conjugadas em sua estrutura química, sendo chamados de tetraterpenóides (MORAIS, 2006). São classificados em dois grupos: os carotenos, os quais possuem apenas átomos de carbono (C) e hidrogênio (H) e as xantofilas que são compostas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Os carotenos, a exemplo do licopeno e do β -caroteno, são hidrocarbonetos apolares, solúveis em solventes orgânicos clássicos como o éter de petróleo, diclorometano, dissulfeto de carbono e acetona (MORAIS, 2006, p.10) e pouco solúveis em água. O aquecimento da água aumenta a solubilidade das substâncias, inclusive dos carotenóides em água. Sendo hidrocarbonetos apolares, organizam-se através de forças intermoleculares fracas conhecidas como forças de van der Waals.

Em contrapartida, as xantofilas apresentam grupos substituintes com oxigênio, “como hidroxilas (β -criptoxantina e luteína), grupos ceto (cantaxantina e astaxantina) e epóxi (violaxantina)” (MESQUITA, *et al.*, 2017, p.676) (Figura 34) e, portanto, são mais polares em relação aos carotenos.

“O número de ligações duplas presente em um carotenóide lhe confere as cores amarelo, laranja e vermelho e definem suas propriedades químicas, tais como, o estado de oxidação, reatividade química e a absorção de luz. Qualquer carotenóide deve ter uma “cadeia carbônica que possua de 3 a 15 ligações duplas conjugadas e estes podem apresentar diferentes grupos terminais; o comprimento do cromóforo determina o espectro de absorção e a cor da molécula de carotenóide, sendo que é necessário que existam pelo menos 7 ligações duplas alternadas para que o carotenóide apresente cor” (MORAIS, 2006, p.11). Assim, um

carotenóide como a astaxantina que possui fórmula molecular $C_{40}H_{52}O_4$, 11 ligações duplas conjugadas e, estereoquímica E (*trans*) na porção acíclica, possuirá cor a vermelha.

Figura 34 - Estrutura dos principais carotenos e xantinas



Fonte: Autora (2022)

A absorção de radiação por ligações duplas conjugadas (cromóforo⁵ etileno – C=C) como aquelas encontradas nos carotenóides pode ser explicada através da teoria do orbital molecular (TOM). O arranjo dos orbitais HOMO (Orbital Molecular de Maior Energia Ocupado) – π ligante e LUMO (Orbital Molecular de Menor Energia Desocupado) – π^* antiligantes presentes nestas ligações apresenta energias diferentes e, conforme ocorre a passagem da luz sobre o composto, “é possível que ocorra duas transições eletrônicas havendo a promoção de elétrons do HOMO (ocupado) para o LUMO (desocupado) e esta transição é do tipo $\pi-\pi^*$ ” (MARTINS; SUCUPIRA; SOAREZ, 2015, p.1515). Considerando cromóforos C=C, o número de ligações múltiplas conjugadas diminui a diferença de energia entre os orbitais π e π^* e esse fenômeno permitirá que a molécula absorva radiação (luz) eletromagnética na região do ultravioleta e do visível. Nota-se que nesse caso a presença de grupos alquilas ligados ao cromóforo C=C deslocam a absorção para comprimentos de onda maiores. Esse efeito é chamado de efeito batocrômico, pois promove o deslocamento da banda de absorção para os comprimentos de onda na faixa do vermelho do espectro eletromagnético. Por outro lado, o deslocamento da absorção para comprimentos de ondas menores (azul) são designados por efeitos hipsocrômico.

Observando a estrutura química do licopeno e do β -caroteno é possível identificar a presença de vários cromóforos etileno (C=C) conjugados e ligados a grupos alquila (SILVERSTEIN; BASSLER; MORRIL, 1994). Isso, obviamente explica a presença de uma banda de absorção na região de 474 nm para o licopeno e 452 nm para o β -caroteno, como a visão humana enxerga a cor complementar vemos alimentos que tenham essas substâncias com as cores amarelo e laranja (consulte as figuras 27 e 28).

Continuando a exploração dos corantes orgânicos naturais, serão apresentadas nas duas seções seguintes as betalaínas e a genipina.

5.2. Betalaínas

Outro grupo de corantes muito encontrado no dia a dia são as betalaínas. As betalaínas ocorrem principalmente na bunganvília, beterraba, pitaia, acelga e no figo-da-Índia. Apresentam uma coloração amarelo alaranjado e/ou vermelho/violeta. Mais de setenta betalaínas de ocorrência natural já foram identificadas e estão divididas em dois grupos, as

⁵ Cromóforo: É um grupo insaturado covalente, responsável pela absorção eletrônica (C=C, C=O etc.). MARTINS; SUCUPIRA; SOAREZ, 2015).

betacianinas (Figura 35), que apresentam cor vermelho/violeta (máximo de absorção de 535-538nm), e as betaxantinas, de cor amarela (GONÇALVES, 2018). Assim como os carotenóides, as betalaínas são antioxidantes.

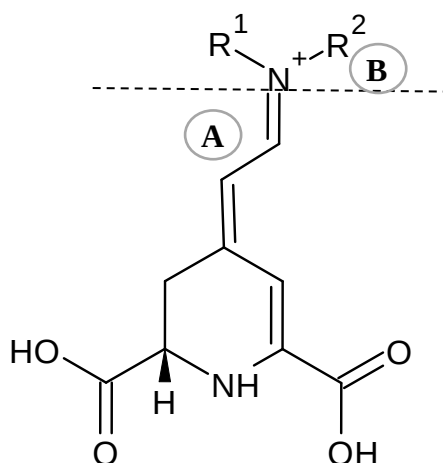
Figura 35 - Beterraba como exemplo de betacianina



Fonte: Barufaldi (2020)

As betalaínas são compostos químicos derivadas do ácido betalâmico (KAPADIA e RAO, 2013), possuem um heterociclo nitrogenado (piperidina), substituído por dois grupos de ácidos carboxílicos, conectada a uma cadeia carbônica insaturada que contém um átomo de nitrogênio (N) catiônico substituído (Figura 36).

Figura 36 - Estrutura química das betalaínas

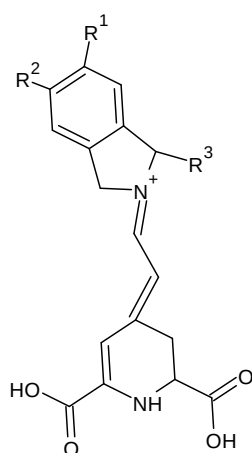


Fonte: Autora (2022)

Segundo Nakayama, “são caracterizadas por uma estrutura química geral formada pelo ácido betalâmico (parte A da molécula) ligado aos grupamentos R1 e R2” (parte B) (NAKAYAMA, 2020, p.16), como mostrado na Figura 34. É importante ressaltar que os radicais R1 e R2 podem ser substituintes mais simples, como um átomo de hidrogênio e/ou

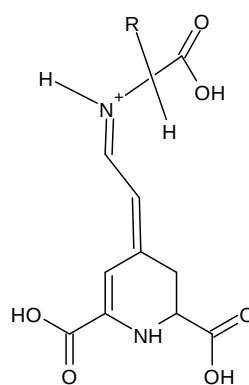
anéis aromáticos e não aromáticos (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009; AZEREDO *et al.*, 2016). Podemos verificar isso observando a estrutura química das duas classes de betalaínas: 1) betacianinas, cor vermelho-violeta (Figura 37 e 38) betaxantinas, cor amarelo-laranja (Figura 40). Na betacianinas o nitrogênio catiônico forma um heterociclo do tipo indol com outros substituintes (R1-R3). De outra forma, na betaxantinas o nitrogênio catiônico liga-se a um hidrogênio (R1) e um aminoácido (R2) (SEMEDO, 2012; GONSALVES, 2018).

Figura 37 - A estrutura química da betacianinas



Betacianinas

Figura 38 - A estrutura química da betaxantinas



Betaxantinas

Fonte: Autora (2022)

As betalaínas tem sua cor influenciada por mudanças no pH do meio e a altas temperaturas. De acordo com Luzardo-Ocampo, as betacianinas são sensíveis a luz e ao oxigênio do ar, degradando-se para formar ácido betamínico e ciclodopa (LUZARDO-OCAMPO, 2021).

Por fim, as betalaínas são moléculas polares e, desta forma, solubilizam-se em solventes igualmente polares como a água e os álcoois. Assim, quando em solução, as betalaínas organizam-se por forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo ou ligações de hidrogênio.

5.3. Genipina

Muito representativa da cultura indígena brasileira, a genipina, também denominada de genipa americana, é a matéria-prima extraída do fruto do jenipapo (Figura 39) (SOUZA, 2022). A palavra vem de origem tupi-guarani *nhandipab jandipap*, que significa “fruto para pintar ou tatuar o corpo” (VANUCHI; BRAIBANTE, 2008, p.59). A planta que produz o jenipapo, o jenipapeiro, foi mencionada na primeira carta escrita por Pero Vaz de Caminha ao

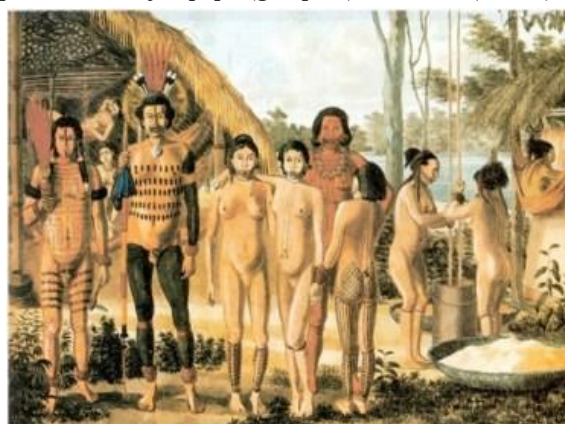
rei de Portugal, Dom Manuel, em 1500. Nessa carta, Caminha destaca a cor da pele dos habitantes da terra recém-descoberta (indígenas) e da pintura avermelhada e preta que sobressaía de seus corpos (Figura 40). A extração e o uso do pigmento genipina pelos povos nativos do Brasil chamou a atenção dos colonizadores portugueses e foi crucial para a exportação de muitas especiarias para Europa. O fruto continua sendo utilizado pelos índios e tem colaborado fortemente com a trajetória cultural desses povos (BOLZANI, 2016).

Figura 39 - Fruto jenipapo



Fonte: Bolzani (2016)

Figura 40 – Arte Maloca dos Apiaká no rio Arinos, de Hercules Florence (abril, 1828), representa os índios pintados com jenipapo (genipina) e urucum (bixina).



Fonte: Bolzani (2016)

Mas afinal, qual é o componente deste fruto responsável pela tatuagem de cor preta, que tanto interesse despertou nos colonizadores europeus?

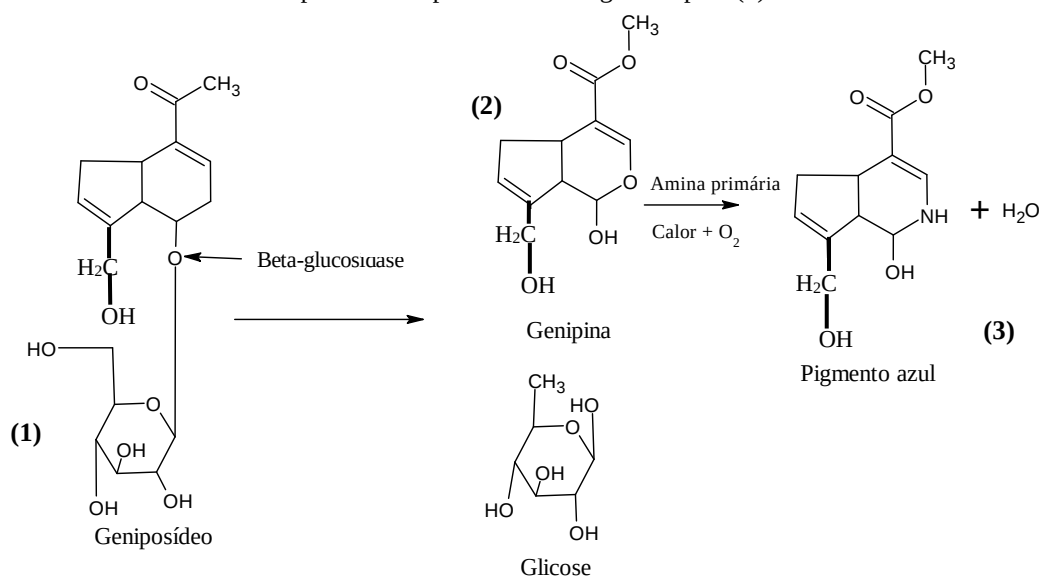
O jenipapo contém uma série de substâncias pertencente a classe dos iridóides, um tipo de monoterpene⁶ com vários substituintes oxigenados, de estrutura química muito particular e de ocorrência apenas a algumas famílias vegetais (DJERASSI, *et al.*, 1961 apud ALVES e MING, 2015). Independentemente de o fruto estar maduro ou não, o jenipapo contém um iridóide natural, a genipina, que possui coloração azul escuro quando ocorre uma reação enzimática de hidrólise do ácido geniposídeo no fruto.

A estrutura química da genipina (Figura 41) é formada por uma cadeia carbônica que contém grupos hidroxilas e éster. Quando reagem com aminas primárias de proteínas ou aminoácidos presentes na pele, através de uma reação de substituição biomolecular (S_N2) na presença de oxigênio 1, origina um corante azulado, solúvel em água e estável entre os pH 4 e 9 (VANUCHI e BRAIBANTE, 2008, p.60; BELLÉ, 2017).

⁶ Monoterpenos - substâncias naturais com 10 átomos de carbono, obtidas a partir de 2 unidades isoprênicas (FELIPE *et al.*, 2017).

A genipina é composto polar, assim como as betalainas, e sua obtenção é possível através de mistura líquido-líquido de solventes como água e o etanol. Ao analisar e aprofundar os estudos acerca do fruto, nota-se que o “extrato obtido do jenipapo possui alguns efeitos farmacológicos muito interessantes, por exemplo, é capaz combater os danos oxidativo (antioxidante) e também agir na inibição de tumores” (ROVARIS, 2020, p.23).

Figura 41 - Estrutura dos iridóides geniposídeo (1), genipina (2) e esquema de formação da cor preta no processo de pintura ou tatuagem da pele (3)



Fonte: Autora (2022)

Corante e tintura não são a única aplicabilidade do jenipapo, ele também é utilizado para produção de licor, geleias, marmeladas e sorvetes (MORTON, 1987). Segundo Souza (2022, p.27), o uso do jenipapo traz benefícios na medicina, “em princípio pode ser usado por pessoas que fazem quimioterapia para controle das plaquetas do sangue, e é também considerado afrodisíaco em alguns lugares”.

Tendo nos lembrado da importância da genipina para a expressão artístico-cultural dos nossos índios, não poderíamos deixar de abordar o corante natural orgânico vindo do pau-brasil.

5.4. Pau-brasil e a Brasileína

O pau-brasil é um dos exemplares mais representativos da flora brasileira. A importância desta árvore é tão grande que o país recebeu o seu nome, República Federativa do Brasil.

De acordo com o National Geographic Brasil, os portugueses já conheciam uma árvore de madeira vermelha do mesmo gênero da *Caesalpinia echinata* chamada de bresil ou bersil.

Assim, com a descoberta da espécie aqui, ela também passou a ser chamada de “brazil” e depois brasil.

“Brazil” quer dizer “vermelho como brasa”, fazendo uma referência ao pigmento vermelho presente no interior do tronco da árvore do pau-brasil. Os povos originários chamavam essa árvore de Ibirapitanga que significa “madeira vermelha” na língua tupi e ajudaram os portugueses a encontrar os exemplares de pau-brasil nas matas brasileiras (NATIONAL GEOGRAPHIA, 2022).

Mas que corante vermelho é esse que pode ser extraído do tronco do pau-brasil? O nome desse corante orgânico extraído é brasileína (Figura 42).

Figura 42 - Imagens do tronco da árvore pau-brasil



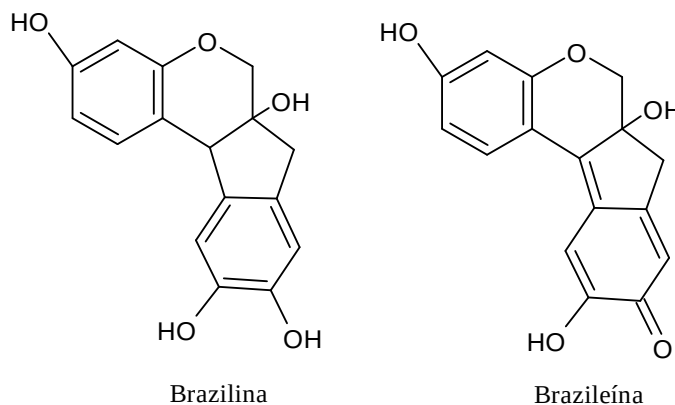
Fonte: National Geographia (2022)



Fonte: National Geographia (2022)

A brasileína ou brazileína é um composto orgânico de cor vermelha do tipo fenoldienônico, forma-se como resultado de uma reação de oxidação de um produto natural da classe dos catecóis, a brasilina, que é incolor. A Figura 43 representa a estrutura química da brasileína (vermelha) e da brasilina (incolor).

Figura 43 - Estrutura química da brasilina e da brasileína



Fonte: Autora (2022)

Quimicamente falando, a oxidação da brasilina ocorre quando o pigmento é extraído por solventes orgânicos e soluções aquosas, tais como álcool etílico, éter etílico e soluções alcalinas em presença de oxigênio do ar e de luz. A estrutura química da brasilina oxidada se transforma em brasileína (DO CARMO SERRANO; LOPES; SERUYA, 2008; VANUCHI; BRAIBANTE, 2008). A brasileína tem características de um pigmento, porém apresenta uma variação de cores amarelas e uma fluorescência esverdeada em meios acidificados (DO CARMO SERRANO; LOPES; SERUYA, 2008).

Foi o químico francês, Michel E. Chevreul, que isolou pela primeira vez o corante extraído do pau brasil, dando-lhe o nome de brasilina. Chevreul havia trabalhado em uma famosa fábrica de tapetes europeia, a Gobelins. Além de Chevreul, William Perkin, químico conhecido por ser o criador dos corantes sintéticos (preparados em laboratórios), também estudou os componentes químicos do pau Brasil. Porém, foi Robert Robinson que descobriu a correta estrutura química da brasilina mais de século depois de sua descoberta. A síntese orgânica ou preparação em laboratório da brasilina só foi possível em 1955 e, apenas em 1970, Robinson publicou os seus resultados.

O pau-brasil foi utilizado por muitos anos no tingimento de tecidos, porém, a ameaça de extinção interrompeu a extração e utilização dessa espécie para finalidade de corante de tecidos, o que resultou na abertura de espaço para o uso e produção de corantes sintéticos. A descoberta, produção em laboratório e uso dos corantes sintéticos impediu a total extinção desta bela e importante árvore da nossa Mata Atlântica, o pau brasil, e mostrou mais uma vez que os conhecimentos científicos podem ser usados na resolução de problemas observados no cotidiano.

5.5. Flavonóides e Antocianinas

Antocianinas, palavra que vem do grego anthoskyanos (anthos, uma flor, e kyanos, azul escuro) (LOPES et al., 2007), são um grupo de pigmentos comum e que, em comparação com outros pigmentos vegetais como a genipina e brasileína, são muito mais facilmente encontradas. As antocianinas estão presentes em flores, frutos e alguns legumes e lhes conferem cores que variam do vermelho ao azul. Nos frutos, encontramos antocianinas nas uvas, morangos, amoras, cerejas, jabuticaba, jambolão ou azeitona roxa, na pele de frutos escuros, nas folhas do repolho roxo, beterraba, berinjela e nos grãos (feijão) (MALACRIDA e MOTA, 2006) (Figura 44).

Figura 44 - Produtos do cotidiano, fontes de antocianinas



Fonte: Lopes (2020)



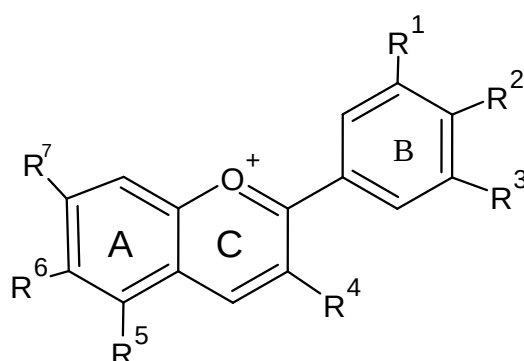
Fonte: A vitalidade é roxa (2020)

Aqui fica a pergunta, mais que tipo de substâncias química são as antocianinas?

Segundo Lopes *et al.* (2007), as antocianinas fazem parte de um extenso grupo de substâncias naturais chamadas de flavonóides. Os flavonóides tem estrutura tricíclica polifenólica, constituída de 15 carbonos distribuídos em dois anéis aromáticos (A e B - Figura 45 e 46) interligados por meio de um heterociclo pirânico, que pode conter um grupo carbonila ou não (anel C). Podem ser flavonas ou flavonóis.

As antocianinas são uma das principais representantes dos flavonóides possuem um núcleo básico *flavilium* (cátion 2-fenilbenzopirílio) (MALACRIDA e MOTA 2006). Os radicais (R1-R7) apresentados na estrutura podem ser grupos H, OH e OCH₃, com isto cada grupo R fornecerá propriedades químicas e físicas distintas para o composto final (CAMPOS, 2006 *apud* GUIMARÃES, 2019, p.17).

Figura 45 - Estrutura genérica das antocianinas



Fonte: Autora (2022)

A estrutura química das antocianinas em geral é caracterizada em “policíclica de 15 átomos de carbono com o cátion flavílico (2-fenilbenzopirílio), hidroxilas livres nas posições

3, 5 e 7, na qual os substituintes que se ligam definem a estrutura de cada antocianina e um ácido orgânico” (SANTOS, 2017, p.21). A figura 46 apresenta grupos substituintes R de algumas antocianinas. Segundo Domingui *et al.* (2014), as antocianinas são altamente solúveis em água. Além de possuir possibilidade de ressonância de cargas em sua estrutura.

Figura 46 - Grupos de radicais e substituintes que podem constituir a antocianinas

Antocianinas	R ₁	R ₂	R ₃
Cianidina	OH	OH	-
Peonidina	OCH ₃	OH	-
Delfinidina	OH	OH	OH
Malvinidina	OCH ₃	OH	OCH ₃
Peonidina	OCH ₃	OH	OH

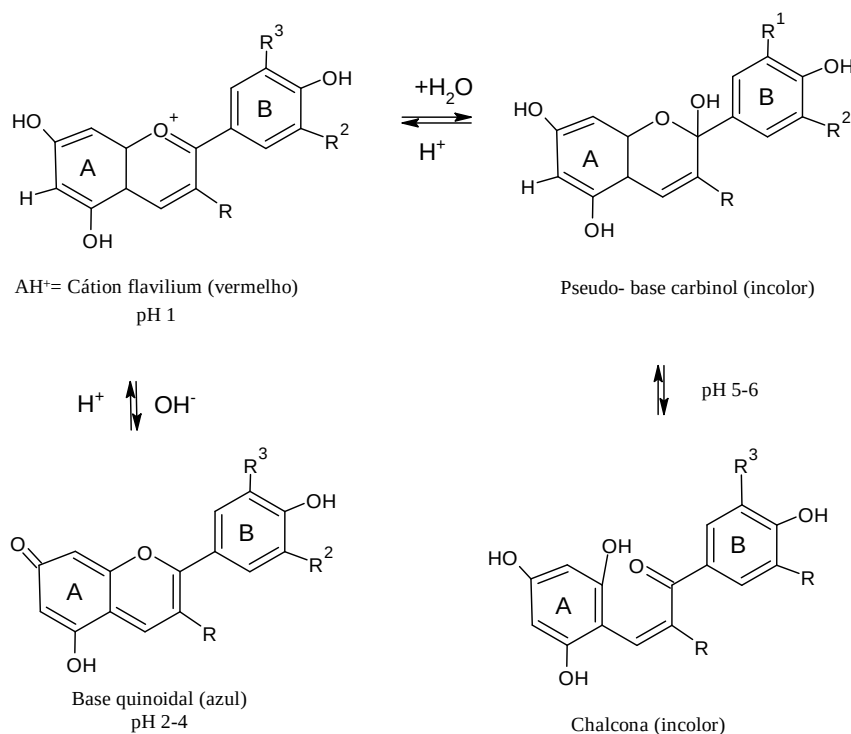
Fonte: Autora (2022)

As antocianinas como corantes são estáveis sob condições específicas de pH. Desta forma, a estrutura química das antocianinas apresenta um equilíbrio químico importante para a mudança de cor dependendo do meio. Isto porque em solução acidificada a estrutura é catiônica e possui coloração vermelha cátion *flavilium* (2-fenilbenzopirílio) e com o aumento do pH do meio, ocorre a desprotonação da estrutura que possui cor azul (*quinodal*) (GUIMARÃES, *et al.*, 1984; LOPES *et al.*, 2007; SANTOS, 2017, p.21).

Na literatura, as características de coloração das antocianinas são justificadas pela estabilidade química do composto formado, por isto o meio acidificado com pH inferior a 2 (antocianina) apresenta maior estabilidade, isto porque em meio ácido o cátion *flavilium* está em equilíbrio com a sua base conjugada quinodal, desprotonada em meio básico (Figura 47 - equilíbrio da esquerda). Manter o pH ácido diminui as possibilidades de ataques nucleofílicos pela molécula de água e, conseqüentemente, a formação das substâncias incolores carbinol B em equilíbrio com chalcona (Figura 47 - equilíbrios da direita) (FRANCIS, 2000; MOREIRA JUNIOR, 2003).

Segundo Brouillard (1982) e Guimarães (2019), sendo compostos coloridos, as antocianinas absorvem radiação na região de comprimento de onda entre 350 a 380 nm (ultravioleta) e também, são capazes de absorver fortemente luz na região do visível entre 496 e 550 nm. O espectro de luz visível varia do vermelho ao azul e a mistura de ambas produz a coloração púrpura (SILVA, 2011, p.3).

Figura 47 - Transformações estruturais das antocianinas em mudança de pH



Fonte: Autora (2022)

As antocianinas são poderosos antioxidantes e, por isso, são usados na indústria de alimentos para dar cor e proteção contra os processos de degradação por oxidação de vários alimentos encontrados nas prateleiras dos supermercados, por exemplo, na produção de sorvete.

Existem inúmeros exemplos de pigmentos nas cores azul, roxa e todas as tonalidades de vermelho, ricos em antocianinas presentes na natureza em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MALACRIDA e MOTTA, 2006; FRAUCHES 2017). Essa classe de corantes orgânicos também é bastante usada como indicador natural para atividades experimentais de Química em sala de aula no ensino básico, sendo o extrato do corante do repolho roxo o mais utilizado para identificar a mudança do pH de uma solução (SILVA *et al.*, 2009; CUNHA e LIMA, 2022) (Figura 48).

Figura 48- Indicador ácido-base a partir do repolho roxo



Indicador de pH - Repolho Roxo

pH	2	4	6	8	10	12	14
Cor	vermelha	rosa	roxo	azul	verde	amarelo	laranja

Fonte: Como Funciona... (2019)

Além disso, existem muitos métodos de extração de pigmentos constituintes de antocianinas e estes são bastante variados. A escolha do procedimento adotado de extração está associada ao tipo de matéria-prima e aos objetivos pretendidos na extração (SILVA, 2011).

Diante do que foi apresentado sobre a natureza química dos corantes naturais e suas diversas aplicações no cotidiano, foi possível identificar várias possibilidades de abordagem dos conceitos de química em sala de aula de forma dinâmica, interdisciplinar e contextualizada.

Considerando, então, o objetivo deste material didático, que é nortear a prática pedagógica do professor sob a perspectiva dos normativos educacionais atuais, serão apresentadas nas seções a seguir propostas de três atividades que poderão ser desenvolvidas em sala de aula, explorando a química na interface com a arte.

O caderno temático inclui ainda planos de aula (APÊNDICE A) para orientar os professores acerca dos conceitos essenciais para aprendizagem no ensino de Química, com o propósito de ampliar os conteúdos químicos, a alfabetização científica, por meio de uma aprendizagem efetiva.

Nesta etapa, são disponibilizados planejamentos que orientam o professor sobre os conceitos educacionais referentes a temática e que dialogam com as áreas de Ciências da natureza e da Arte. Os documentos estão sistematizados considerando a seguinte sequência: o tema da unidade, duração da aula, conteúdos abordados, objetivos, recursos didáticos, organização do desenvolvimento das tarefas do docente em sala de aula e avaliação da aprendizagem.

Nos planos estão dispostas orientações que buscam contribuir para um trabalho mais eficaz e sintonizado com os documentos normativos da educação básica, a fim de transcender a fragmentação dos saberes e direcionar atividades que contemplem a conexão entre as áreas do conhecimento no contexto real e escolar, tal como recomenda Sobrinho (2013).

6. PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA SEREM TRABALHADAS EM SALA DE AULA

Nas atividades propostas a seguir o professor poderá discutir, de forma contextualizada, e explorar uma série de conceitos como pH em função do equilíbrio químico das espécies em solução, impacto do pH do meio na modificando a estrutura através do aparecimento de cores, indicadores de ácido-base, grupos funcionais orgânicos e cor das substâncias orgânicas, cor absorvida e cor transmitida, assim como ressonância e carga formal.

Na atividade 1, é proposta a construção de uma paleta de cores usando o extrato vegetal contendo antocianinas. Aqui, em particular é sugerido que a paleta seja construída com o extrato do jamelão ou brinco de viúva, fruto abundante no estado de Alagoas e muito popular em nossa região. Esta atividade foi denominada “construção da paleta de cores usando extrato de jamelão (Brinco de viúva). A atividade 2, intitulada “Produção de Tintas a Partir de Corantes Naturais em Sala de Aula”, propõe a utilização de temperos, condimentos e argilas naturais encontrados em lojas de alimentos naturais para preparação de tintas.

Finalmente, na atividade 3, nomeada de “Quimiarte - Pintando o 7 na Escola com Corantes Naturais (Exposição das Pinturas)”, o professor poderá incentivar os estudantes a produzir seus próprios desenhos a fim de promover uma atividade lúdica como uma exposição de artes com os pigmentos produzidos.

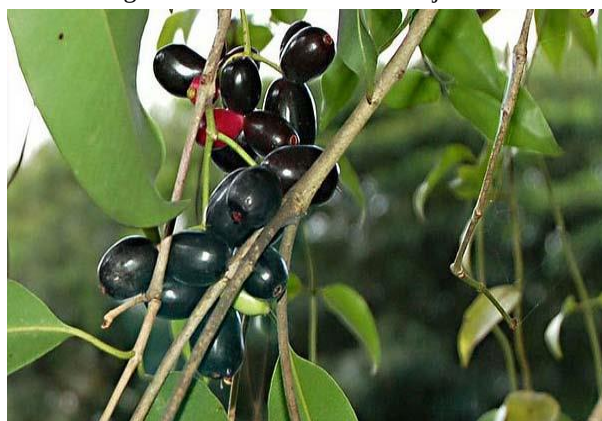
O professor deverá organizar as atividades de acordo com a faixa etária, conhecimentos prévios e grupo de estudantes a fim de melhor explorar a temática e produzir as correlações de conceitos e saberes de forma eficiente.

6.1. Atividade 1: construção da paleta de cores usando extrato de jamelão (Brinco de Viúva)

Esta sugestão de atividade vai utilizar como estratégia a experimentação. O experimento consiste em construir uma paleta de cores com produtos do cotidiano explorando o conceito de pH. Como indicador ácido-base natural, será utilizado o extrato do jamelão ou brinco de viúva.

O jamelão, muito comum em Alagoas, também é conhecido como brinco de viúva ou azeitona roxa. Faz parte da espécie *Syzyguim Cumini* que está geograficamente distribuída em várias regiões do Brasil, em especial nas regiões norte, nordeste e sudeste (FRAUCHES, 2017, p.35). Faz parte da família *myrtaceae* e é originário da Indonésia e da Índia.

Figura 49 - Frutos maduros do jamelão



Fonte: Vizzotto e Pereira (2008)

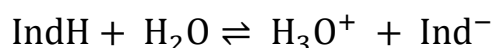
As características físico-químicas do corante obtido a partir do jamelão já foram identificadas em análises e descritas na literatura, entre os parâmetros apresentados pelo extrato, temos a coloração púrpura, o odor doce, aspecto oleoso, solubilidade parcial em água, solúvel em substâncias oleosas e o pH =3,0 (SOUZA, 2020, p.32). A produção de corante a partir do jamelão pode ser encontrada no ANEXO A do caderno temático.

A construção da paleta de cores da atividade proposta deve ocorrer por meio da investigação das propriedades ácido-base de produtos encontrados no dia a dia e em casa utilizando o extrato de jamelão.

Nesse caso, o extrato será o nosso indicador-ácido-base. Mas o que é isso?

Um indicador de ácido-base é uma substância química ou corante, solúvel em água, cuja cor depende do pH da solução. A realização do teste usa um método simples, com poucos materiais e de rápida determinação de pH de uma solução contendo produtos do dia a dia com o auxílio de um extrato vegetal (ATKINS e JONES, 2006), neste caso, o extrato do jamelão rico em antocianinas.

O indicador ácido-base pode ser um ácido orgânico ou uma base fraca orgânica que possui uma coloração peculiar que, em desprotonação, forma um par conjugado de base ou ácido de outra cor, como representado na reação em equilíbrio de um indicador ácido genérico a seguir.



Por estar em equilíbrio químico há uma combinação de cores de IndH e Ind⁻. A eficiência do indicador é percebida quando a cor IndH é nitidamente diferente da cor da base conjugada Ind⁻.

Nesse caso, a ionização do indicador ocasiona a mudança de cor e no deslocamento do equilíbrio químico, a cor da base conjugada, predomina na solução (SKOOG et al., 2006). Em meio ácido, a cor que predomina é a da forma não ionizada (IndH). Dessa forma, por serem substâncias ácida ou básica fraca, e tem sua cor (cromóforo) influenciada fortemente o pH.

De acordo com a definição do Bronsted- Lowry para um ácido e uma base.

Um ácido é um doador de próton e uma base é um aceitador de prótons. O termo próton refere-se ao íon hidrogênio H^+ .

Um ácido é uma espécie que contém um átomo de hidrogênio ácido, isto é, um átomo de hidrogênio que pode ser transferido para outra espécie, que age como base.

Este processo de transferência de próton para outra molécula, é denominado de desprotonação, como observamos na molécula IndH que fica desprotonada. Por ser um ácido fraco, sua desprotonação ocorre parcialmente em solução (ATKINS e JONES,2006).

A partir da equação da Henderson-Hasselbalch é possível entender que para ácido fraco, pode-se definir o pKa como sendo o valor de pH de uma solução, na qual a concentração da espécie ácida é igual à da básica (ou seja, $\{[HIn]/ [In^-]\} = 1$, portanto, $\log \{[HIn]/[In^-]\}=0$). Desta forma, em pH ácido o indicador se encontra protonado.

Equação de Henderson-Hasselbalch

$$pka = pH + \log \left(\frac{[IndH]}{[Ind^-]} \right)$$

Por outro lado, em solução alcalina, o equilíbrio do indicador desloca para o sentido da direita, pois o aumento do pH, ocorre uma rápida desprotonação para formar a conjugada base e carregado negativamente, conforme a reação de equilíbrio.

Na predominância da cor está relacionada com o valor do pKa do ácido ou da base conjugado, ou seja, quanto maior o pKa do ácido conjugado, mais forte será a base e assim vice-versa.

Para a produção das paletas de cores apresentadas nas figuras 48 e 49, foi utilizado o extrato de jamelão adicionado aos seguintes produtos: (1) ácido clorídrico (ácido muriático), (2) ácido sulfúrico, (3) suco de limão, (4) vinagre , (5) refrigerante, (6) café solúvel, (7) água da torneira, (8) detergente líquido, (9) shampoo diluído em água, (10) efervescente dissolvido em água, (11) limpa forno, (12) sabão em pó dissolvido em água, (13) bicarbonato de sódio dissolvido em água, (14) leite de magnésio, (15) água sanitária, (16) soda cáustica diluída em água. No experimento, foram acrescentados 4 mL de cada reagente em tubos de ensaio enumerados de 1 a 16, conforme sequência listada anteriormente. Com o auxílio de um conta-

gotas, posteriormente foi adicionado aproximadamente 1 mL do indicador extrato de Jamelão em cada tubo e observada a mudança de coloração.

A obtenção do extrato de jamelão ocorreu de duas formas, na primeira, foi utilizada apenas água como solvente. Nesse processo, 81 gramas de jamelão foram despulpados manualmente e triturados em um liquidificador com 240 mL de água, a solução formada foi separada por meio da peneira. Na segunda, foi realizado o mesmo procedimento, porém, utilizando como solvente uma mistura de água-etanol (álcool 56° INPM) na proporção 50:50 (v/v). A atividade foi executada em um tempo aproximado de duas horas/aulas (120 minutos).

Figura 50 - Paleta de cores utilizando os reagentes do cotidiano com indicador extraído com água.



Fonte: Autora (2022)

Figura 51 - Paleta de cores utilizando os reagentes do cotidiano com indicador extraído da mistura de água-etanol 50:50 (v/v)



Fonte: Autora (2022)

6.2. Atividade 2: produção de tintas a partir de Corantes Naturais em Sala de Aula.

Esta atividade consiste em ensinar métodos simples e de baixo custo na obtenção corantes naturais.

Para facilitar a aquisição de material, é sugerida a utilização de alguns corantes naturais sólidos utilizados na culinária e para fins fitoterápicos, dentre eles, o urucum (laranja), o açafrão (amarelo), a páprica (vermelho), o pó de hibisco (vermelho-rosa), o café solúvel (marrom), o pó extraído do jamelão (roxo) e a argila (preta, verde, branca, rosa etc.). A extração do pó do jamelão está descrita no Anexo A deste caderno temático.

Para alcançar sucesso na produção da tinta, deve-se misturar um dos corantes propostos a um aglutinante. Os aglutinantes são substâncias que auxiliam na aderência do corante na superfície do material no qual será aplicado. Isto ocorre porque o aglutinante faz uma liga entre o corante e o material (SERRATE, 2011, p14; BERMOND, 2016, p.3; SOUZA,

2020, p.23). O aglutinante deve ser incolor e não pode interferir na tonalidade e coloração do corante.

Segundo Serrate (2011) e Oliveira (2022), os aglutinantes são substâncias de origens variáveis, que unem as partículas dos corantes formando estruturas químicas fortes e adesivas que ao sofrer com os efeitos oxidativos, intensificam a sua aderência na superfície dos materiais.

Nesta atividade, foi utilizada a cola branca como aglutinante na produção dos corantes, a partir da mistura de colorante (urucum, açafrão etc.) com o aglutinante até formar uma pasta. Outros aglutinantes que podem ser testados na atividade são: banha de porco, óleo de girassol e ovo.

No processo de obtenção dos corantes é necessário medir 10 g do reagente em pó de interesse, acrescentar duas colheres de cola branca (aglutinante) e homogeneizar a amostra com ajuda de um bastão até que ela se transforme em uma pasta, e deixar a pasta descansar por um minuto.

A cola branca é um polímero sintético composto de acetato de polivinila (PVA) que é uma macromolécula orgânica e apresenta cadeia carbônica longa, formada por reações de polimerização, através da união de monômero de acetato de vinila. Suas principais características são: alto peso molecular, alta adesividade, transparência e incolor. Pouco solúvel em água, mas tornar-se dispersa em meio aquoso na presença de um agente emulsificante. Após aplicada nos materiais, a água evapora e o polímero interage aderindo mais eficazmente na superfície do material (CONSTANT, 2003, p.19).

Nesta atividade podem ser explorados conteúdos como o estudo das funções orgânicas, propriedades químicas dos aglutinantes e suas estruturas químicas, importância das tintas óleos e suas principais fontes e função química.

Os corantes (tintas naturais) produzidos nesta atividade podem ser utilizados na confecção de pinturas em telas na oficina proposta na atividade 3 a seguir. Esta atividade 2 pode ser executada em um tempo aproximado de duas horas/aulas (120 minutos).

6.3. Atividade 3: Quimiarte – Pintando o 7 na escola com corantes naturais (exposição de pinturas)

Para finalizar a metodologia proposta no caderno temático sobre corantes naturais na interface com a arte, a sugestão de atividade é que os alunos confeccionem pinturas em telas através de uma oficina de artes, utilizando como material os corantes obtidos na atividade 2.

A estrutura da oficina foi planejada para duração de duas horas/aulas presenciais. Logo após a criação das pinturas, é importante elaborar uma socialização da comunidade escolar, através de uma exposição das pinturas com os desenhos confeccionados pelos discentes, com o objetivo de motivar o trabalho em equipe, a interdisciplinaridade, a contextualização, servindo como modo de descontração e avaliação dos resultados obtidos, por intermédio dos corantes produzidos em sala de aula.

7. REFERÊNCIAS

- A ARTE PRÉ-HISTÓRICA no Parque Nacional da Serra da Capivara. **Arte & Cultura:** Postagens sobre Patrimônio Cultural Moderno e Contemporâneo, 02 maio 2016. Revista. Disponível em: <<http://museologiaufmg2015.blogspot.com/2016/05/a-arte-pre-historica-no-parque-nacional.html?view=magazine>> Acesso em: 20 jan.2020.
- A VITALIDADE é roxa. **Revista Sociedade da Mesa:** Clube de vinhos, 2017. Disponível em:<<https://revista.sociedadedamesa.com.br/2017/07/vitalidade-e-roxa/>>: Acesso: abr.2022.
- AIDAR, Laura. Arte-educadora e Artista Visual. **Toda matéria.** Arte Rupestre. 2022. Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/arte-rupestre/>> Acesso em: 16 fev. 2022.
- ALVES, Lucio Ferreira; MING, Lin Chau. Chemistry and pharmacology of some plants mentioned in the letter of Pero Vaz de Caminha. **Ethnobiology and Conservation**, v. 4, 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/maria/Downloads/upa,+Alves+LF-final.pdf>> Acesso em: out.2022.
- ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, **Bookman Companhia Ed.**, 2006.
- AZEREDO, Laís dos Santos *et al.*.CORANTES: NATURAIS E ARTIFICIAIS. **Universo Campos dos Goytacazes**, Rio de Janeiro, v 2, n 6, p 17,2016. Disponível em:<<http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1CAMPOSDOSGOYTACAZES2&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=3453&path%5B%5D=2337>> Acesso em: jan.2022.
- BARRA,Cristina Maria, et.al. Especificação de Arsênio- Uma revisão. **Química Nova na Escola**, v.23, p.58-70, 2000.disponível em:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/f7XfBNqWBS7PTDRhsmkZ5Hp/?format=pdf&lang=pt> > Acesso: 23 de Jan. 2021.
- BARUFALDI, Maurício- Betalaínas. **Linkedin**,30 jan. 2020. Disponível em:
<<https://pt.linkedin.com/pulse/betala%C3%ADnas-colora%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BArpura-das-beterrabas-%C3%A9-da-alta-barufaldi>> Acesso: 23 de Jan. 2022.
- BELLÉ, Anelise Stein. **Extração de genipina a partir do jenipapo (genipa americana linnaeus) para imobilização de enzimas.** Dissertação (Mestrado)-Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172109>> Acesso em: ago.2021.
- BENTES, Ádria de Sousa. **Avaliação do potencial de obtenção de pigmento azul a partir de frutos de Jenipapo (Genipa Americana L.) verdes.** Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais) – Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pará. 2010. Disponível em:<<https://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2010/%C3%81dria%20Bentes.pdf>>. Acesso: nov. 2022.
- BERMOND, Jhon. Apostila intuitiva de pigmentos naturais. **Arte da Terra**, 2016.

BOLZANI, Vanderlan. **A beleza invisível da biodiversidade genipina, o princípio ativo do preto das pinturas no corpo de índio brasileiro**, 21 de Jun. 2016. Disponível em: <<https://ciencianarua.net/a-beleza-invisivel-da-biodiversidade-genipina-o-principio-ativo-do-preto-das-pinturas-no-corpo-de-indios-brasileiros/>> Acesso em: ago.2022.

BONDIOLI, F.; MANFREDINI, T.; OLIVEIRA, APN de. Pigmentos inorgânicos: projeto, produção e aplicação industrial. **Cerâmica Industrial**, v. 3, n. 4-6, p. 13-17, 1998.

BORDINHÃO, Jacqueline Pintor; SILVA, Elias do Nascimento. O uso dos materiais didáticos como instrumentos estratégicos ao ensino-aprendizagem. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXV, n. 000073, 2015. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/o_uso_dos_materiais_didaticos_co_mo_instrumentos_estrategicos_ao_ensino-aprendizagem.pdf>. Acesso 21 maio 2022.

BORGES, G. L. de A. Cadernos de formação: formação de professores e didática de conteúdos, v. 10. São Paulo: **Cultura Acadêmica**, 2012.

BROUILLARD, R. Estrutura química das antocianinas. Em Markakis, P., ed. Antocianinas como corantes alimentares. **Academic Press**, Nova York, pp 1-40 (1982).

BRASIL, MEC. Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm Acesso em: jan.2022.

BRASIL, MEC. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf>. acesso em 10 Abr .2022.

CAÑAS, Gustavo JS; BRAIBANTE, Mara EF. A química dos alimentos funcionais. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p. 216-223, 2019.

CANOVAS, Devanir Pereira dos Santos. **Uma proposta de sequência didática para o ensino do tema luz e cores**. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3028/1/sequenciadidatic luzcores.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CAROTENÓIDES na preservação de Doenças. **Aditivos e ingredientes**, 2016. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com/upload_arquivos/201605/2016050456709001463863327.pdf>. Acesso em: jun.2021.

CARVALHO, Carolina Ribeiro de. **Estudo da cor e de argamassas de revestimento de edifícios do Centro Histórico de Tomar**. Dissertação (Mestrado)- Instituto Politécnico de Tomar, Escola Superior de Tecnologia de Tomar, 2011.

CARVALHO, Denize Piccolotto et al. **A utilização da pigmentação natural como meio sustentável e cultural no ensino das Artes**. 2015a.

CARVALHO, Lu Dias. Pompeia – a vila dos mistérios. **Vírus da arte & cia**, 17 jul. 2015b. Disponível em: <<https://virusdaarte.net/pompeia-a-vila-dos-misterios/>>. Acesso: em 21 nov. 2022.

CARVALHO, Maria do Socorro. Caravaggio: imagens de um mundo barroco. PORTO ARTE: **Revista de Artes Visuais**, v. 6, n. 10, 1995. Disponível em: <file:///C:/Users/maria/Downloads/27557-Texto%20do%20artigo-106044-1-10-20120421.pdf> Acesso em 07 jan.2022.

CASADIO, Francesca; ROSE, Volker. High-resolution fluorescence mapping of impurities in historical zinc oxide pigments: Hard X-ray nanoprobe applications to the paints of Pablo Picasso. **Applied Physics A**, Volume 111, Issue 1, pp.1-8, 2013. Disponível em:<https://www.academia.edu/16892756/High_resolution_fluorescence_mapping_of_impurities_in_historical_zinc_oxide_pigments_hard_X_ray_nanoprobe_applications_to_the_paints_of_Pablo_Picasso. ACESSO>: 17 NOV. 2022.

CHAIBUB, T. **A Experiência e o Ensino da Cor: apontamentos teóricos e práticos**. Monografia- (Graduação). Instituto de Artes Plásticas- Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21622/1/2017_ThiagoChaibub_tcc.pdf>. Acesso em: dez.2020.

Como funciona o indicador de ph a base de repolho roxo?. Saber atualizado. Ciência, Fauna e Flora, 2019. Disponível em:<<https://www.saberatualizado.com.br/2019/11/como-funciona-o-indicador-de-ph-base-de.html>> Acesso em: set.2022.

CONSIGLIO, Keka. Os segredos da capela sistina. **Isto é News**.18.mai.2021. Disponível em:<<https://istoe.com.br/os-segredos-da-capela-sistina/>>. Acesso em: jun.2022.

CONSTANT, Patrícia Beltrão Lessa. **Extração, caracterização e aplicação de antocianinas de açaí (Euterpe oleracea, M)**. 183f. Tese (Doutorado) Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8994/1/texto%20completo.pdf>> Acesso em: fev.2021.

CORRÊA, Ana Angélica *et al.*. Michelangelo: uma contribuição à Anatomia. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, 2008. Disponível em:<http://www.faei.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/w0WGtRfsDBVK61p_2013-6-13-15-51-18.pdf>. acesso em: 06 jun. 2022.

CORRÊA, V, P. **Azul na História da Artes**. Monografia (Graduação)- Instituto de Artes, História da Arte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p-34.2017. Disponível em:<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172891/001060501.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: dez.2021.

COSMO, Pedro Henrique Araújo. **Cores: um estudo sobre a estrutura da matéria**. Monografia (Graduação)- Curso de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, p106, 2019. Disponível em:

<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25022/1/PB_DAQUI_2019_2_6.pdf> Acesso em: out.2020.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 7.ed. Ijuí:Unijuí, 2016.

CRUZ, António João. **Os pigmentos naturais utilizados em pintura. Pigmentos e Corantes Naturais**. Entre as artes e as ciências. Évora: Universidade de Évora, p. 5-23, 2007. Disponível em: <<http://www.ciarte.pt/artigos/pdf/200701.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

CUNHA, Márcia, B da; LIMA, Fernanda. A saga do repolho roxo no ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo-SP, Vol. 43, Nº 3, p. 295-304, 2022. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc44_3/05-EA-01-21.pdf> Acesso em: out.2022.

DE CEZARO, Hérom Silva *et al.*. A arte rupestre do extremo sul catarinense: o caso do sítio malacara i–santa Catarina–Brasil. **Tecnologia e Ambiente**, v. 17, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/tecnoambiente/article/view/1212/1168>>. Acesso em: ago. 2020.

DOMINGUINI, Lucas *et al.*. Estudo da estabilidade de antocianinas em diferentes álcoois alifáticos para uso como indicador de pH. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 16, n. 1, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/2901>>. Acesso: jun. 2022.

DOS SANTOS AFONSO, Max; FLIEGEL, Alan Ávila; KOTH, André Peres. A arte anatômica e o quebra-cabeças renascentista. **Recisatec-revista Científica Saúde e Tecnologia-issn 2763-8405**, v. 1, n. 1, p. e116-e116, 2021. Disponível em: <<https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/6/4>> Acesso em 06 Jun 2022.

ELOLA, Joseba. Livros revelam arte feminina e ancestral de cerâmicas indígena 7h35 horário impressionistas. **EL País**, 24 nov. 2014. Babelia. Disponível em: <https://elpais.com/cultura/2014/11/21/babelia/1416569054_030897.html?event=go&event_log=go&prod=REGCRARTBAB&o=cerrbab>. Acesso: 19 nov. 2022.

FARIAS, RF dos. A química do tempo: carbono-14. **Química nova na escola**, v. 16, p. 6-8, 2002. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf Acesso em: jan.2022.

FARIAS FILHO, Benedito B. et al. A química analítica aplicada aos estudos de pigmentos rupestres: uma revisão. **Química Nova na escola**, v. 45, p. 1265-1277, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ZqnTjsTycr5pNGfCDMPjpszg/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: nov.2022.

FELIPE, Lorena O. *et al.*. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf> Acesso em: jun.2022.

FERNANDES, Luzimara. Livros revelam arte feminina e ancestral de cerâmicas indígenas. **Jornal Fatos & Notícias**, 16 mai. 2022. Educação. Disponível em:

<<https://jornalfatosenoticias.com.br/index.php/2022/05/16/livros-revelam-arte-feminina-e-ancestral-de-ceramicas-indigenas/?cn-reloaded=1>>. Acesso: 17 nov. 2022.

FERNANDES, Pedro Alexandrino. Fraudes e falsificações na Arte e Arqueologia desmascaradas pela datação por Carbono 14. **Revista de Ciência Elementar**, v. 7, n. 4, 2019. Disponível: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/072/>>. Acesso: jun. 2022

FRAUCHES, Nayara Simas. **Efeito de extratos de jabuticaba, jamelão e jambo sobre linhagem de adenocarcinoma de cólon humano HT-29**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p 87 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/10965/Efeito%20de%20extratos%20de%20jabuticaba%2c%20jamel%c3%a3o%20e%20jambo%20sobre%20linhagem%20de%20adenocarcinoma%20de%20c%c3%b3lon%20humano%20HT-29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: jan.2021.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, v. 45, p. 208-213, 2000.

FREITAS, Yago. **Arte e Guerra: condições e influências da representação artística da guerra civil espanhola por Pablo Ruiz Picasso**. Monografia (Graduação)-Relações Internacionais, Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, p 72, 2018. Disponível em:<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24076/3/ArteGuerraCondicoes.pdf>> Acesso em: Jan. 2022.

FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. – Brasília: Universidade de Brasília, 132p, 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=614-equipamentos-e-materiais-didaticos&Itemid=30192. Acesso em: 05. Set de 2022.

GARRAFFONI, Renata Senna; GRILLO, José Geraldo Costa. Mosaico de Alexandre na Casa do Fauno em Pompeia: ontem e hoje. **Clássica-Revista Brasileira de Estudos Clássicos**, v. 33, n. 1, p. 175-192, 2020. Disponível em:<<https://revista.classica.org.br/classica/article/view/900/789>>. Acesso em: 07 Jun. 2022.

GASPAR, Madu. A arte rupestre no Brasil. 2 ed. – Rio de Janeiro: **Zahar** Ed. 2006.

GAUDÊNCIO, Jéssica da Silva; RODRIGUES, Sérgio Paulo Jorge; MARTINS, Décio Ruivo. Indígenas brasileiros e o uso das plantas: saber tradicional, cultura e etnociência. Khronos, **Revista de História da Ciência**, nº 9, pp. 163-182. 2020. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso: jun. 2022.

GONÇALVES, Bárbara Sofia Gomes. **Pigmentos naturais de origem vegetal: betalainas**. Tese (Doutorado)- Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Do Algarve, p 54. 2018. Disponível em:<<https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/12370/1/Tese%20de%20MICF%2025.09.2018.pdf>> Acesso em: ago.2021.

GROMBRICH, Ernst Hans Josef. A história da Arte. ed 16º: **LTC**, 2011.

GUIA do visitante para a deslumbrante Capela Scrovegni em Pádua, uma viagem de um dia saindo de Veneza. **The Geographical Cure**, 01 abr. 2022. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/responde/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso: 19 nov. 2022.

GUIMARÃES, D. T. **Recuperação de antocianinas do repolho roxo utilizando argilas como adsorvente**. 2019. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40651/5/2019_dis_dtguimaraes.pdf> Acesso em: dez.2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Fundamentos de Física. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 3.

HARRIS, DANIEL C., Análise Química Quantitativa, 8ª Edição, **LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.**, Rio de Janeiro-RJ, 2008.

HELERBROCK, Rafael. Espectro eletromagnético; **Brasil Escola**, c2022. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>>. Acesso em 23 de novembro de 2022.

HENRIQUE, Franciele Renata et al. Luz à primeira vista: um programa de atividades para o ensino de óptica a partir de cores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/85wbtXMysKfhhMvgJZ8RCgg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso: 20 Jan 2022.

HERNANDEZ, Carlos Prentice et al. **Obtenção e avaliação de bixina a partir de extrato de urucum (Bixa orellana L.)**. 1994.

HIGA, Carlos César. "Arte rupestre"; **Brasil Escola**. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/historiag/a-arte-rupestre.htm>>. Acesso em: 16 de Ago. 2022.

HIROKI, Jeraldi. **Corpo em ensaio: as contribuições de Leonardo da Vinci para o ensino de anatomia humana em ciências e biologia**. 2016. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4722/1/HIROKI.pdf> Acesso em: 22 Jan. 2022.

IMBAREX: **Natural colares e ingredientes**. Corantes naturais para lanches e temperos sem perder a intensidade da cor, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.imbarex.com/pt-br/cores-naturais-para-lanches-e-temperos-sem-perder-a-intensidade-da-cor/>>: Acesso em out.2022.

IMBROISI, Margaret; MARTINS, Simone. Arte Grega. **História das Artes**, 2022. Disponível em: <<https://www.historiadasartes.com/nomundo/arte-na-antiguidade/arte-grega/>>. Acesso em 16 Aug 2022.

JESUS, Yasmin Lima; LOPES, Edinéia Tavares; COSTA, Emmanoel Vilaça. Descobrindo as ciências na cultura indígena: Pinturas corporais. **Revista Curiá: múltiplos saberes**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: < <https://www.seer.ufs.br/index.php/CURIA/article/view/3627>> Acesso: Jan. 2022.

KAPADIA, GJ, RAO, GS (2013). Efeitos anticancerígenos dos pigmentos de beterraba vermelha. In: Neelwarne, B. (eds) Biotecnologia de beterraba vermelha. **Springer, Boston, MA**. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3458-0_7 Acesso em: out.2022.

LOPES, Nathália. Antocianina: Benefícios do antioxidante das frutas vermelhas. **Vitat. Alimentação e bem-estar**, 2020. Disponível em: <https://vitat.com.br/antocianina/>. Acesso em: jun.2020.

LOPES, Toni *et al.*. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1375/1359> : Acesso em: out.2020.

LUZARDO-OCAMPO, Ivan et al. **Aplicações tecnológicas de corantes naturais em sistemas alimentares: uma revisão. Alimentos**, v. 10, n. 3, pág. 634, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/maria/Downloads/941+-UTILIZA%C3%87%C3%83O+TECNOL%C3%93GICA+DE+CORANTES+NATURAIS.p](file:///C:/Users/maria/Downloads/941+-UTILIZA%C3%87%C3%83O+TECNOL%C3%93GICA+DE+CORANTES+NATURAIS.pdf)df: Acesso em: jul.2022.

MAGALHÃES, Lana. Biologia. Toda Matéria: conteúdos escolares. 2011-2022. **Anatomia e Fisiologia Humanas. Olhos**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/olhos/>. Acesso: abr 2022.

MALACRIDA, Cassia Roberta; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328054521.pdf> Acesso em: abr.2022.

MARQUIS, Lucineide et al. As delicadas e miniaturizadas rupestres do achado explorador II, bastante Florianópolis Ceará, brasil. **Arqueologia Iberoamericana**, v. 14, n. 49, pág. 16-23, 2022. Disponível em: <https://www.laiesken.net/arqueologia/pdf/2022/AI4903.pdf> > Acesso em: Jul. 2022.

MARTINHO, Luiz A.P.; MONTEIRO, Ailton. Corantes e Pigmentos- Química Viva, **Conselho Regional de Química- IV Região**, 22. jun.2011. Disponível em: https://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos#:~:text=Pigmentos%20e%20corante%20s%C3%A3o%20subst%C3%A2ncias,e%20os%20corantes%20s%C3%A3o%20sol%C3%BAveis.> Acesso em: nov.2022.

MARTINS, Guilherme BC; SUCUPIRA, Renata R.; SUAREZ, Paulo AZ. A química e as cores. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/maria/Downloads/mharaujo1993,+SuarezFinal%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maria/Downloads/mharaujo1993,+SuarezFinal%20(1).pdf) > Acesso em: abr.2022.

MASCARENHAS, JMO. **Corantes em alimentos: perspectivas, usos e restrições**. 1998. 150 f. 1998. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8941/1/texto%20completo.pdf> Acesso em: 07.dez.2020.

MELCHIADES, Fábio G.; BOSCHI, Anselmo O. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 4, n. 1-6, p. 11-18, 1999. Disponível em: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/ci/587657027f8c9d6e028b4609/fulltext.pdf>: Acesso em: jun.2021.

MELO, Raimunda Alves. A produção de materiais didáticos para o desenvolvimento de atividades pedagógicas não presenciais durante a pandemia do coronavírus. **Epistemologia e Práxis Educativa-EPEduc**, v. 3, n. 3, 2020. Disponível em : <https://revistas.ufpi.br/index.php/epeduc/article/view/12148/7089> Acesso em 21 Jul 2022.

MENDES, José Manuel de Oliveira. **A obra de Nuno Gonçalves: estudo técnico**. Tese de Doutorado, Universidade Católica Portuguesa, Escola das Artes, 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/maria/Downloads/A%20obra%20de%20Nuno%20Gon%C3%A7alves%20-%20Estudo%20t%C3%A9cnico%20\(2\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maria/Downloads/A%20obra%20de%20Nuno%20Gon%C3%A7alves%20-%20Estudo%20t%C3%A9cnico%20(2)%20(1).pdf) > Acesso em: abr.2022.

MESQUITA, S. da S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. carotenóides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017. Disponível em: < <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n2a15.pdf> > Acesso em: dez.2020.

MORAIS, Flávia Luisa de. **carotenóides: Características biológicas e químicas**. 2006. 70 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: < https://bdm.unb.br/bitstream/10483/546/1/2006_FlaviaLuisaMoraes.pdf > Acesso em: Abri.2022.

MORTON JF. Genipap (Genipa americana L.). **FruitsWarmClim** 1987:441–3.

MOURÃO, Rosiana Pereira. **Os pigmentos naturais existentes na região do Acre e o seu ensino nas aulas de artes nas escolas dos municípios de Tarauacá**. Monografia (Graduação)- Instituto de Artes, Universidade de Brasília, Tarauacá, 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/196871597.pdf>: Acesso em: out.2020.

NAKAYAMA, Sumaya Hellú El Kadri et al. **Caracterização físico-química e extração dos pigmentos presentes em cascas de pitaiá**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26878/1/caracterizacaoextracaoepigmentospitai%20a.pdf> > Acesso em: Jan.2021.

NATIONAL GEOGRAPHIA. **Pau-Brasil: No dia da árvore**, 6 curiosidades sobre a espécie que batizou um país. 21. set. de 2022. Disponível em: < <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/09/pau-brasil-no-dia-da-arvore-6-curiosidades-sobre-a-especie-que-batizou-um-pais> > Acesso em: out.2022.

OLIVEIRA, Luiz Fernando C. de. Espectrometria Molecular. **Química Nova na Escola**, Nº 4, p 24-30, 2001. Disponível em: < <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/espect.pdf> > Acesso em: jan.2021.

OLIVEIRA, Nathaly Almeida de. **Produção de material didático-pedagógico para suporte em aulas de química no ensino médio adaptadas para pessoas portadoras de deficiência**

intelectual, visual ou auditiva. 2020. 183 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química e Biotecnologia, Programa de Pós Graduação em Mestrado Profissional em Rede Nacional de Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

OLIVEIRA, Vinícius Chaves. **Desenvolvimento de tintas condutoras a base de carbono para a fabricação de dispositivos eletroquímicos.** 2022. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) -- Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2022.

Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36064/1/DesenvolvimentoTintasCondutoras.pdf>: Acesso em: out.2022.

PACHANI, Rodinei. Dispersão da luz dos corpos. **Cursos Enem Gratuito**, [s.d]. Disponível em: <<https://cursoenemgratuito.com.br/dispersao-da-luz/>> Acesso em: jan.2022.

PARQUE NACIONAL da Serra da Capivara - Patrimônio Cultural da Humanidade pela **Unesco. Arte & Cultura:** Postagens sobre Patrimônio Cultural Moderno e Contemporâneo, 25 abr 2016. Revista. Disponível em:

<<http://museologiaufmg2015.blogspot.com/2016/04/parque-nacional-da-serra-da-capivara.html>> Acesso em: 21 nov.2020.

QUENQUA, Douglas. Picasso's Masterpieces made with house paint. **The New York Times**, 18. Fev.2013. SCIENCE. Disponível em: <

<https://www.nytimes.com/2013/02/19/science/picasso-used-common-house-paint-scientists-say>> Acesso em: 17 nov.2022.

RAPOSO, Maria Tereza Resende; TIBAJI, A. O conceito de imitação na pintura renascentista e impressionista. **Metanoia Revista Eletrônica**, São João del-Rei, n. 1, p. 43-50, 1998.

Disponível em: [https://www.ufsj.edu.br/portal2-](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistametanoia/numero1/tereza4.pdf)

[repositorio/File/revistametanoia/numero1/tereza4.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/revistametanoia/numero1/tereza4.pdf) Acesso em 30 Mai 2022.

RINCÓN, Maria Luciana. Cueva de Las Manos: A galeria de Arte pré-histórica de milhares de anos. **Megacurioso**. Educação, 2017. Disponível

em:<<https://www.megacurioso.com.br/historia-e-geografia/102671-cueva-de-las-manos-a-galeria-de-arte-pre-historica-de-milhares-de-anos.htm>>. Acesso em: 20 jan.2021.

ROCHA, João Carlos. Cor luz, cor pigmento e os sistemas RGB e CMY. **Revista Belas Artes**, v. 3, n. 2, pág. 107-128, 2010. Disponível

em:<<https://www.belasartes.br/revistabelasartes/?pagina=player&slug=cor-luz-cor-pigmento-e-os-sistemas-rgb-e-cmy>>. Acesso em: 20 abr.2022.

ROVARIS, Beatriz Cesa et al. **Jenipapo (Genipa americana L.) como corante azul natural.** 2020. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218821/Jenipapo%20%28Genipa%20americana%20L.%29%20como%20corante%20azul%20natural.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: Jan.2022.

SANTIAGO, MCP de A. et al. Farinha de jabuticaba para uso como corante natural.

Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2016.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061621/farinha-de-jabuticaba-para-uso-como-corante-natural> Acesso em: jan.2021.

SANTOS, Geovana Santos dos. **Antocianinas como indicadores ácido-base com potencial aplicação no espaço escolar**. 2017. Disponível em: . Acesso em: abri.2022.

SARON, C.; FELISBERTI, M. I. **Ação de colorantes na degradação e estabilização de polímeros**. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2006. Disponível em:<
<https://www.scielo.br/j/qn/a/9f5PvxkJ6cbvKYkWvTHyLkm/?lang=pt>> Acesso em: set.2022.

SELEUCIA, FONTES. **TOCANTINS: GOVERNO DO ESTADO. SECRETARIA DA CULTURA E TURISMO. PINTURA CORPORAL REVELA A IDENTIDADE DOS NOSSOS POVOS ANCESTRAIS**, 15 MAIO 2021. NOTÍCIAS, POVOS INDÍGENAS. DISPONÍVEL EM:<<https://www.to.gov.br/sectur/noticias/pintura-corporal-revela-a-identidade-dos-nossos-povos-ancestrais/37h3a6sf3n5a>>. ACESSO: 17 NOV. 2022.

SERRATE, Júlia Manguistel. **Característica química de materiais Pictóricos usados em escultura policromado-Estudo de caso de uma escultura Capixaba**. Dissertação (mestrado). Departamento de química do Centro de Ciências Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011. Disponível em:
<https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6756/1/J%c3%9aLIAWANGUESTELSERRATE-2011-trabalho.pdf>> Acesso em: 11.nov.2021.

SILVA, Bonick Venceslau da Cruz. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p.180, 2010. Disponível em:
<https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/16055/1/BoniekVCS.pdf>> Acesso em: out.2020.

SILVA, Juliana et al. Estudo da eficácia do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. **Enciclopédia biosfera**, v. 5, n. 7, 2009. Disponível em:<
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2009/estudo.pdf>> Acesso em: out.2022.

SILVA, Hugo Guilherme Pereira da. **Cores digitais no ensino superior público de design gráfico no Brasil: um estudo dos conteúdos curriculares e da percepção do corpo discente**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Centro de Humanidades, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22506> Acesso em: ago.2022.

SILVA, Pollyanna I. **Otimização da extração e microencapsulamento de fenólicos e antocianinas de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba)**. 2011. 173 f. 2011. Tese (Doutorado)– Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Disponível em:
<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/443/1/texto%20completo.pdf>: Acesso em: nov.2020.

SILVA, Vinícius José et al. **Um estudo sobre a manufatura da saia cobertor dos índios Laklânô//Xokleng: uma investigação no ensino de química**. Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em:

https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/203406/TCCII_OFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y: Acesso em: set.2020.

SILVEIRA, Luciana Martha- Introdução à teoria da cor. – 2. ed. – Curitiba: Ed. **UTFPR**, 2015.

SILVEIRA, M. V.; BARTHEM, R. B. Disco de Newton com LEDs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, nº 4, 2016. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbef/a/PYLZSGKpsvpTtrsTQ9JvQMt/?lang=pt>>. Acesso: jun. 2022.

SILVERSTEIN, R. M., BASSLER, G. C. & Morril, T. C. Identificação espectrométrica de compostos orgânicos, 5a edição, **Guanabara Koogan**, 1994.

SISTEMA MAXI DE ENSINO: Ensino Fundamental, 7º ano, Caderno do professor- 1º ed. São Paulo: **Maxprint** editora, 2018.

SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH, Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 8ª Edição norte-americana, **Editora Thomson**, São Paulo-SP, 2006.

SOARES, Renato. **Indígena da etnia Tuyuka da Aldeia Utapinozona com pintura corporal - também denominam-se Utapinozona e Filhos da Cobra de Pedra**. Pulsar imagens, 2018. Disponível em:<<https://www.pulsarimagens.com.br/foto-video?procurar=Ind%C3%ADgenas+pintura+corporal&tipo=0&direito-imagem=&autorizacao-imagem=&depois-ano=&anterior-ano=&orientacao=&tipo-video=&autor=&pais=&estado=&cidade=®iao=&pagina=12&id=0&codigo-imagem=0&ordenar=1>>Acesso em: 19 nov. 2022.

SOLOMONS, T.W.G. - Química Orgânica, Vol. 1 - 10ª ed. Rio de Janeiro: **LTC**, (2012).

SOUZA, Gilmar Rodrigues de et al. **Inserção dos corantes naturais da cultura indígena no ensino de química**. 2022. Disponível em : <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2566/3/TCC-Gilmaria-2022.pdf> Acesso em: Abr, 2022.

SOUZA, Juliana Regina Camargo de Lima. **Incorporação do pigmento extraído do jamelão (Syzygiumcumini (L.) skeels) para o desenvolvimento de cosmético labial**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SCHLEY, Clara Aniele História da arte: pré-história a idade média / Clara Aniele Schley: **UNIASELVI**, 2017. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=23039> Acesso em: out.2021.

TAKASHIMA, Keiko; TAKATA, Neide Hiroko; NAKAMURA, Wilson Mitsuo. Separação e identificação de corantes sintéticos para fins alimentícios solúveis em água. Semina: **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 9, n. 4, p. 171-174, 1988.

TELES, Ricardo. **Indígena da Aldeia Afukuri e etnia Kuikuro com pintura corporal e adereços na cerimônia do Kuarup - Parque Indígena do Xingu**. Pulsar imagens, 2021.

Disponível em: <<https://www.pulsarimagens.com.br/foto-video?procurar=ricardo+teles+pintura&tipo=0&direito-imagem=&autorizacao-imagem=&depois-ano=&anterior-ano=&orientacao=&tipo-video=&autor=&pais=&estado=&cidade=®iao=&pagina=1&id=0&codigo-imagem=0&ordenar=1>> Acesso em: 16 de Ago. 2022.

TOM DE FÍSICA. **Óptica geométrica** - 4a. Aula. 2011. Disponível em: <http://tomdafisica.blogspot.com/2011/03/optica-geometrica-4a-aula.html> Acesso em: 01.abr.2021.

VANUCHI, Vânia Costa Ferreira et al. **Corantes naturais da cultura indígena no ensino de química**. 2019.

VANUCHI, Vânia da Costa Ferreira; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. **O uso de corantes naturais por algumas comunidades indígenas brasileiras: uma possibilidade para o ensino de química articulado com a lei 11. 645/2008**. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4207/482484490>: Acesso em mai.2021.

VELOSO, L. de A. **Dossiê técnico: corantes e pigmentos**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2012. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTcwOA==>: Acesso em: fev.2021.

VIZZOTTO, Márcia; PEREIRA, Marina Couto. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31489/1/comunicado-213.pdf>: Acesso em: abr.2021.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alim. Nutr.**, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009. Disponível em :file:///C:/Users/maria/Downloads/786.pdf: Acesso em: 15 de abr.2021.

VOLPE, André Luís Della. **Pigmentos inorgânicos como tema para interdisciplinaridade e contextualização no ensino de química**. 2018. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10202>.
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10202/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Vers%c3%a3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 06 Jun.2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Capela Sistina, 31 jul. 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Capela_Sistina>: Acesso em: 19 nov. 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disco de Newton, 09 out. 2020. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Disco_de_Newton>: Acesso em: 20 abr. 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Girl in a Chemise, 10 jan. 2022 d. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Girl_in_a_Chemise>: Acesso em: jun.2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Leonardo da Vinci, 09 nov. 2022 c. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci>. Acesso em: 19 nov. 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Les Demoiselles d `Avignon, 06 out. 2022 e. Disponível em:< https://en.wikipedia.org/wiki/Girl_in_a_Chemise>: Acesso em: 19 nov. 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Lista de Pinturas de Rafael, 15 maio 2022 a. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_pinturas_de_Rafael>. Acesso em: 19 nov. 2022.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Teto da Capela Sistina, 28 abr. 2022 b. Disponível em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Teto_da_Capela_Sistina>: Acesso em: 19 nov. 2022.

ZANCHETTA, Luciene. Impressionismo em 230 anos de Luz. **Ciência e Cultura**. vol.56, no.3 São Paulo, julho/set. 2004. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252004000300027> Acesso em: mai.2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PLANOS DE AULA

PLANEJAMENTO DOS CONTEÚDOS
AULA: 01
TEMA: Polaridade
DURAÇÃO: 50 minutos
CONTEÚDOS ABORDADOS: ▪ Polaridade da ligação covalente; ▪ Eletronegatividade; ▪ Polaridade de uma molécula.
OBJETIVOS: ▪ Reconhecer o caráter polar ou apolar de uma ligação covalente; ▪ Entender as características dos átomos e das ligações que os compõem; ▪ Definir a diferença de eletronegatividade entre os átomos que compõem a molécula.
RECURSOS: ▪ Livro didático; ▪ Equipamento multimídia; ▪ Programa Simulações interativas para Ciência e Matemática – Phet.
DESENVOLVIMENTO: ▪ Polaridade das ligações covalentes apolares e polares ▪ Momento de dipolo e polaridade das moléculas. ▪ Polaridade da água líquida.
AVALIAÇÃO: ▪ Resolução das atividades do livro didático.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS MORTIMER, E. F. Química, 1: Ensino Médio—Eduardo Fleury Mortimer. Andréia Horta Machado. LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser Protagonista—Química. SM. São Paulo, v. 1, 2014. Revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicada pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br. Os artigos estão disponíveis na íntegra e de forma totalmente gratuita. Simulação Polaridade da Molécula. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html.

AULA: 02
TEMA: Solubilidade
DURAÇÃO: 50 Minutos
CONTEÚDOS ABORDADOS: ▪ Polaridade e Solubilidade; ▪ Substância polar e substância apolar; ▪ Estrutura molecular das substâncias; ▪ Extração por Solventes.
OBJETIVOS: ▪ Entender a solubilidade como uma propriedade diretamente ligada à polaridade; ▪ Compreender como ocorre a extração por meio de solventes; ▪ Discutir a diferença de comportamento entre os solventes.
RECURSOS: ▪ Livro didático; ▪ Equipamento multimídia.
DESENVOLVIMENTO: ▪ Mistura de substâncias (Homogênea e heterogênea); ▪ Combinações e interações de misturas envolvendo água como solventes; ▪ Outros Solventes.
AValiação: ▪ Resolução de atividades sobre Polaridade; ▪ Construir um mapa conceitual sobre métodos de infusão, maceração, decocção de vegetais e extração de óleos essenciais.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: GUIMARÃES, Pedro IC; OLIVEIRA, Raimundo EC; ABREU, Rozana G. Extrairdo óleos essenciais de plantas. Química nova na Escola, v. 11, p. 1-3, 2000. MORTIMER, E. F. Química, 1: Ensino Médio—Eduardo Fleury Mortimer. Andréa Horta Machado. LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser Protagonista—Química. SM. São Paulo, v. 1, 2014. OLIVEIRA, GOUVEIA e QUADROS. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar,. Revista Química Nova na Escola, vol 31, nº 1, fevereiro de 2009, p. 23-30. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD0508.pdf>. DE SOUSA QUERUBINA, Amanda; COSER, Marcella Andreoli; WALDMAN, Walter Ruggeri. Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental.

AULAS: 03 e 04
TEMA: Interações Intermoleculares
DURAÇÃO: 140 Minutos
CONTEÚDOS ABORDADOS: ▪ Classificação das Forças Intermoleculares; ▪ Propriedades Físicas dos Compostos e Interações Intermoleculares; ▪ Temperaturas de Ebulição (Tipo de Força Intermoleculares e Tamanho das Moléculas); ▪ Solubilidade; ▪ Tensão superficial.
OBJETIVOS: ▪ Compreender o que são interações intermoleculares. ▪ Reconhecer os tipos de interações intermoleculares. ▪ Identificar as características das interações intermoleculares. ▪ Compreender como as interações entre as moléculas definem as propriedades físicas das substâncias. ▪ Ilustrar a aplicação das interações intermoleculares na natureza.
DESENVOLVIMENTO: ▪ As principais forças intermoleculares ▪ Forças intermoleculares e temperaturas de fusão e ebulição. ▪ Tensão superficial é o comportamento das moléculas da superfície de um líquido. ▪ Comportamento anômalo da água.
AVALIAÇÃO: ▪ Investigação das forças intermoleculares aplicada em situações do cotidiano, desde aderência dos molhos de tomates nas massas, no tingimento de tecidos e objetos, pinturas corporais, entre outras.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ROCHA, Willian R. Interações intermoleculares. Cadernos temáticos de Química Nova na escola, n. 4, p. 31-36, 2001. MORTIMER, E. F. Química, 1: Ensino Médio—Eduardo Fleury Mortimer. Andréia Horta Machado. FELTRE, Ricardo, 1928- Química / Ricardo Feltre. — 6. ed. —São Paulo: Moderna, 2004. NOVAIS, VLD de; ANTUNES, Murilo Tissoni. Vivá: química. Curitiba: Positivo, v. 2, 2016.
AULA: 5 e 6
TEMA: Compostos Orgânicos
DURAÇÃO: 140 Minutos

CONTEÚDOS ABORDADOS:

- Conceito de química orgânica
- Representação de moléculas na química orgânica
- Propriedades dos compostos de Carbonos
- Solubilidade de compostos orgânicos.
- Propriedades físicas: ponto de fusão, ebulição e Densidade

OBJETIVOS:

- Compreender a origem e o significado atual da química orgânica;
- Estudar as principais características e representações dos compostos orgânicos;
- Entender algumas propriedades de compostos de carbono.

DESENVOLVIMENTO:

- Desenvolvimento da química orgânica;
- Características do átomo de carbono;
- Classificação da cadeia carbônica;
- Ligações formadas pelos átomos de carbono;
- O que são produtos orgânicos?

AValiação:

- Criação de uma história em quadrinhos sobre a aplicação dos corantes naturais para antigas civilizações: indígenas, egípcios, gregos-romanos, entre outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser Protagonista—Química. SM. São Paulo, v. 1, 2014.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. Química nova na escola, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

MORTIMER, E. F. Química, 3: Ensino Médio—Eduardo Fleury Mortimer. Andréia Horta Machado.

FELTRE, Ricardo, 1928- Química / Ricardo Feltre. — 6. ed. — São Paulo: Moderna, 2004.

FONSECA, Martha Reis Marques da Química: ensino médio / Martha Reis. --3. ed. -- São Paulo: Ática, 2016.

NOVAIS, VLD de; ANTUNES, Murilo Tissoni. Vivá: química. Curitiba: Positivo, v. 2, 2016.

AULA: 7 e 9

TEMA: Grupos funcionais ou funções orgânicas: Características, nomenclatura e propriedades químicas e físicas.

DURAÇÃO: 230 minutos

CONTEÚDOS ABORDADOS:

- Funções oxigenadas (álcoois e enóis, fenóis, Éteres, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos);
- Propriedades gerais das funções oxigenadas;

▪ Propriedades gerais das funções nitrogenadas.
OBJETIVOS: ▪ Entender as substâncias orgânicas e identificar suas propriedades; ▪ Compreender os comportamentos das funções orgânicas e assimilar as aplicações dessas das substâncias no cotidiano dos alunos.
DESENVOLVIMENTO: ▪ Funções oxigenadas (álcoois, enos, ésteres, éteres, cetona, aldeídos e ácidos carboxílicos); ▪ As propriedades físicas e químicas (forças intermoleculares, temperatura de fusão e ebulição, estados de agregação, densidade, solubilidade, reatividade e aplicações práticas; ▪ Funções nitrogenadas (amidas, aminas) e suas propriedades e nomenclatura; ▪ Propriedades físicas e químicas as funções nitrogenadas (força intermoleculares, temperaturas de fusão e ebulição, estados de agregação, densidade, solubilidade, reatividade e aplicações.
AVALIAÇÃO: ▪ Identificar os grupos funcionais na estrutura dos principais pigmentos que compõem os corantes naturais mais utilizados no cotidiano (Urucum, açafrão, beterraba, açaí, carmim de cochonilha, clorofilas, entre outros); ▪ Resolução de atividades do livro didático.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE BARBOSA LOYOLA, Cristiana Oliveira; SILVA, Fernando César. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. 39volume, p. 1971, 2017; DE BARBOSA LOYOLA, Cristiana Oliveira; SILVA, Fernando César. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. 39volume, p. 1971, 2017. Página da revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicada pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ); Feltre, Ricardo, 1928- Química / Ricardo Feltre. — 6. ed. — São Paulo: Moderna, 2004; FONSECA, Martha Reis Marques da Química: ensino médio / Martha Reis. --3. ed. -- São Paulo: Ática, 2016; MORTIMER, E.F. Química,3: Ensino Médio- Eduardo Fleury Mortimer. Andreia Horta Machado; NOVAIS, VLD de; ANTUNES, Murilo Tissoni. Vivá: química. Curitiba: Positivo, v. 2, 2016.
AULA: 10
TEMA: Antocianinas
DURAÇÃO: 50 minutos
CONTEÚDOS ABORDADOS: ▪ Funções orgânicas presentes nas antocianinas e os flavonoides; ▪ Antocianina: Indicador natural;

▪ Propriedades químicas e físicas das antocianinas (solubilidade, pH, interações intermoleculares e densidade); ▪ Histórias dos corantes naturais e a anilina; ▪ Aplicações das antocianinas como: pigmentos, indicadores de ácido-base e corantes naturais. ▪ Basicidade e acidez dos compostos orgânicos.
OBJETIVOS: ▪ Compreender o papel das funções orgânicas na estrutura das antocianinas; ▪ Identificar a relação da mudança de cor das antocianinas com o pH do meio; ▪ Extrair antocianina da espécie <i>Syzygium Cumini</i> (L.) (popularmente conhecido como pingo de viúva).
DESENVOLVIMENTO: ▪ Introdução das antocianinas (quais as principais fontes?); ▪ Antocianina como pigmento e as características químicas desses compostos (polaridade, solubilidade em água, interações intermoleculares).
AValiação: ▪ Pesquisa e Construção de equipamentos com materiais de baixo custo para extração de pigmentos vegetais.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser Protagonista–Química. SM. São Paulo, v. 3, 2018. MORTIMER, E. F. Química, 3: Ensino Médio–Eduardo Fleury Mortimer. Andréia Horta Machado. FONSECA, Martha Reis Marques da Química: ensino médio / Martha Reis. --3. ed. -- São Paulo: Ática, 2016. DIAS, Marcelo Vizeu; GUIMARÃES, Pedro Ivo C; MERÇON, Fábio. Corantes Naturais: Extração DIAS, Marcelo Vizeu; GUIMARÃES, Pedro Ivo C.; MERÇON, Fábio. Corantes naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. Química Nova na Escola, v. 17, n. 2, p. 27-31, 2003.
AULA: 11 e 12
TEMA: Titulação ácido-base
DURAÇÃO: 140 Minutos
CONTEÚDOS ABORDADOS: ▪ Conceito de titulação ▪ Reações ácido-base ▪ Ponto de viragem e ponto de equivalência. ▪ Indicador de ácido-base (Antocianina: Indicador natural).
OBJETIVOS: ▪ Entender o conceito de titulação e os critérios para as reações ácido-base acontecerem;

- Identificar as espécies ácido-base (Potencial Hidrogeniônico, concentração de íons hidrogênio);
- Perceber a simulação da titulação de ácido-base para determinar a concentração de uma solução problema (solução de concentração desconhecida).

DESENVOLVIMENTO:

- A importância da aplicação da titulação em vários contextos, como na saúde, verificação de parâmetros de qualidade da água, do leite e a correção do pH da água.
- Exemplificar a titulação de forma quantitativa para facilitar a aprendizagem com auxílio do ambiente de simulação (virtual Labs).

AValiação:

- Atividade experimental de titulação do corante natural da espécie *Syzygium Cumini* (L.) (popularmente conhecido como pingo de viúva).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambiente de simulação (virtual Labs). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=U8nqyw5cnzE&t=3s>>. Nesta página você terá acesso a uma simulação que envolve reações de titulações.

LISBOA, Julio Cezar Foschini et al. Ser Protagonista—Química. SM. São Paulo, v. 2, 2014.

MORTIMER, E. F. Química, 3: Ensino Médio—Eduardo Fleury Mortimer. Andréia Horta Machado.

FONSECA, Martha Reis Marques da Química: Ensino médio/Martha Reis—2. ed.—São Paulo: Ática, 2016.

USBERCO, João Química — volume único / João Usberco, Edgard Salvador. — 5. ed.reform. — São Paulo: Saraiva, 2002.

ANEXOS

ANEXO A: PRODUÇÃO DE CORANTES - Método de extração de antocianinas do jamelão ou brinco de viúva.

Inicialmente é necessário colher o fruto ou a matéria-prima que será utilizado na produção do corante. O fruto foi coletado de forma manual das árvores que estão dentro do campus da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Na amostra foram selecionados e reservados frutos maduros que não apresentassem danos na superfície da casca. Após selecionada, a massa da amostra foi pesada com auxílio de balança digital semi-analítica, tendo como massa 3,5 kg de brinco de viúva.

Em seguida, a amostra de *brinco de viúva* deve ser lavada em água corrente e higienizada com hipoclorito de sódio a 20 ppm durante 15 minutos; posteriormente, toda a amostra deve ser submetida a uma nova lavagem em água corrente para a remoção do excesso de hipoclorito. Finalmente, os frutos deverão ser colocados em bandejas de plástico, durante 30 minutos para uma pré-secagem.

Na segunda etapa do processo, o material deve ser despulpado usando a técnica de separação das cascas e da semente. Após separação, as cascas devem ser separadas em bandejas de alumínio e levadas a uma estufa com temperatura fixa a 60°C por 22 horas até a desidratação de todo o material. As cascas poderão ser secas ao sol ou em forno doméstico. Depois de secas, as cascas deverão ser trituradas em processador caseiro e batidas até se transformarem em pó.

Esta metodologia foi adaptada da técnica da produção da Farinha de Jabuticaba para uso como corante natural e foi selecionada para realizar a produção de corante a partir do jamelão (SANTIAGO, et al., 2016). Como a proposta é realizar o procedimento com alunos da educação básica, os equipamentos das etapas do processo foram adaptados para atingir o objetivo do experimento.

A atividade poderá ser realizada durante os projetos de itinerários formativos em escolas de tempo integral.

Para a realização desse projeto em sala de aula, os equipamentos utilizados na secagem e trituração das cascas poderão ser adaptados com o uso de eletrodomésticos (air-frayer, processador ou liquidificador). O importante é que a matéria-prima esteja totalmente seca para ser triturada, e que as etapas sejam verossimilhantes.

O controle de temperatura no método para obtenção das antocianinas utilizando a secagem em estufa do material exige atenção, pois, a temperatura não pode ser muito alta para

que não haja a degradação das antocianinas ocluídas no tecido vegetal, por ação do calor. Para a realização desse experimento de extração do jamelão, foram utilizadas temperaturas entre 40-60 °C em uma estufa de secagem.

Por apresentar propriedades polares e serem hidrossolúveis, as antocianinas também podem ser extraídas utilizando solventes polares como água, etanol, acetona, metanol acidificado com ácido clorídrico ou ácido fórmico (NUNES,2019p.16; SCHIOZER,2013, p.17; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; KAHKONEN; HOPIA; HEINONEN, 2001). A obtenção de antocianina em contato com o solvente aumenta, promovendo uma melhor extração dos pigmentos. (NASCIMENTO 2017, p.17-18).

Segundo Silva (2011, p.13) “a escolha do método para extração das antocianinas depende do propósito da extração e da natureza das antocianinas”. Contudo, mesmo com toda praticidade do método de extração utilizando solventes, não podemos nos esquecer da necessidade de infraestrutura física e de ambiente climatizado, bem como, dos recursos financeiros para adquirir todos os reagentes. Desta forma, analisando todos os riscos e hipóteses, propomos um método alternativo mais acessível e seguro para que os professores realizem a prática em sala de aula com os alunos.