



**INSTITUTO
FEDERAL**
Brasília

Instituto Federal de Brasília
Campus Gama
Licenciatura em Química

ANDRÉ LUÍS DOURADO ALBUQUERQUE

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PRODUÇÃO DE TINTAS
AQUARELAS PRODUZIDAS A PARTIR DE PIGMENTOS EXTRAÍDOS DO
JATOBÁ**

Brasília
2023

ANDRÉ LUÍS DOURADO ALBUQUERQUE

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PRODUÇÃO DE TINTAS
AQUARELAS PRODUZIDAS A PARTIR DE PIGMENTOS EXTRAÍDOS DO
JATOBÁ**

Trabalho apresentado à disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso do curso
de Licenciatura em Química para
obtenção de nota parcial.

Orientador(a): Adriana Linhares
Drummond

Brasília

2023

Albuquerque, André Luís Dourado .

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PRODUÇÃO DE
TINTAS AQUARELAS PRODUZIDAS A PARTIR DE PIGMENTOS
EXTRAÍDOS DO JATOBÁ / André Luís Dourado Albuquerque ; orientação
Adriana Linhares Drummond. — Gama, DF: 2024.

62 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Instituto
Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2024.

Orientador(a): Adriana Linhares Drummond.

1. Tintas. 2. Pigmentos. 3. Cerrado. 4. Jatobá. 5. Educação. I.
Drummond, Adriana Linhares , orient. II. Instituto Federal de Brasília. III.
Titulo.

ANDRÉ LUÍS DOURADO ALBUQUERQUE

Proposta de Sequência Didática com a Produção Tintas Aquarelas produzidas a partir de Pigmentos Extraídos do Jatobá

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Licenciatura em Química para obtenção de nota parcial.

Aprovado em 19 de Janeiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

[Nome do Orientador]
[Departamento / Instituição a qual pertence]
Presidente(a) / Orientador(a)

[Nome do segundo membro da banca]
[Departamento / Instituição a qual pertence]
Membro [interno ou externo]

[Nome do terceiro membro da banca]
[Departamento / Instituição a qual pertence]
Membro [interno ou externo]

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Ivonete e João Albuquerque que me forneceram toda estrutura e apoio em toda minha jornada acadêmica.

Aos meus cachorros, Chico Próton, Scarlet, Lilica e Sabrina que sempre estiveram ao meu lado demonstrando companheirismo e força para não desistir do trabalho.

A minha orientadora Adriana Linhares Drummond por acreditar em mim e fornecer confiança, apoio e determinação no desenvolvimento do trabalho.

Aos meus queridos professores Nizamara Simenremis, Eder Alonso, Breno Cunha, Lincoln Bernardo, Rosana de Andrade, Rodrigo Fleury, Luciene Pinheiro, José Giovanni e Cláudio Nei, por me fornecerem uma excelente base teórica, para assim, ser possível a realização desse trabalho e pelo apoio e aprendizado no decorrer do curso.

“Equipado com seus cinco sentidos, o homem explora o Universo ao seu redor e chama suas aventuras de ciência”

Edwin Hubble

RESUMO

A aquarela é uma técnica de pintura muito utilizada mundialmente que tem como composição básica água aglutinante e pigmentos. Dentre os pigmentos normalmente utilizados, estão aqueles que são formulados a partir de metais potencialmente tóxicos. Buscando uma alternativa mais sustentável e economicamente viável, os pigmentos naturais à base de plantas podem ser uma opção favorável para a produção de materiais mais amigáveis ao meio ambiente. O Jatobá, planta nativa do Cerrado brasileiro, é uma espécie que possui alto potencial de pigmentação, podendo ser utilizado para a produção de tintas e consequentemente promovendo a valorização do estudo do Cerrado. Combinando todos esses ideais, foi desenvolvido a partir de um procedimento experimental previamente planejado, tintas aquarelas com pigmentos extraídos do Jatobá. E posteriormente, essa técnica foi utilizada para o desenvolvimento de uma proposta de aplicação didática para estudantes do Ensino Médio contextualizando os fenômenos químicos que ocorreram durante o experimento de produção da tinta e desenvolvendo a interdisciplinaridade, por ser um tema que pode abranger contextos de outras disciplinas do ciclo básico de ensino.

Palavras-chave: Tintas; Pigmentos; Cerrado; Jatobá; Educação.

ABSTRACT

Watercolor is a painting technique widely used worldwide whose basic composition is water, binder and pigments. Among the pigments normally used are those formulated from potentially toxic metals. Seeking a more sustainable and economically viable alternative, natural plant-based pigments can be a favorable option for the production of more environmentally friendly materials. Jatobá, a plant native to the Brazilian Cerrado, is a species that has high pigmentation potential, and can be used for the production of paints and consequently promoting the appreciation of the study of the Cerrado. Combining all these ideals, watercolor paints with pigments extracted from Jatobá were developed based on a previously planned experimental procedure. And subsequently, this technique was used to develop a didactic application proposal for high school students, contextualizing the chemical phenomena that occurred during the paint production experiment and developing interdisciplinarity as it is a theme that can encompass contexts from other disciplines in the basic teaching cycle.

Keywords: Paints; Pigments; Brazilian cerrado; Jatobá; Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Livro dos mortos/Egito Antigo.....	14
Figura 2: Estrutura da goma arábica.....	15
Figura 3: Pintura em aquarela do artista Liron Yanconsky.....	16
Figura 4: Reflexão da luz nos pigmentos.....	17
Figura 5: Estrutura do verde ftalocianina, utilizado como pigmento verde.....	18
Figura 6: Frutos do jatobá.....	24
Figura 7: Fluxograma do processo de produção da laca.....	30
Figura 8: Materiais utilizados na produção da laca.....	32
Figura 9: Tronco, casca e fruto do Jatobá.....	32
Figura 10: Materiais utilizados na produção da tinta aquarela.....	34
Figura 11: Extração do corante da casca do jatobá.....	35
Figura 12: Extrato da casca e do fruto.....	35
Figura 13: Precipitação dos pigmentos da casca, do fruto e do tronco.....	36
Figura 14: Lacas obtidas após secagem e pulverização.....	36
Figura 15: Fluxograma dos 5 momentos pedagógicos.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Espécies vegetais potenciais produtoras de pigmentos corantes.....	23
Tabela 2 — Quantidade de insumos para cada quantidade de pigmento obtido.....	37
Tabela 3 — Assuntos que podem ser contextualizados com a temática.....	38
Tabela 4 — Assuntos que cada disciplina pode abordar com a temática.....	39
Tabela 5 — Proposta de organização das aulas expositivas de revisão.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Tintas Aquarelas	14
2.2 Pigmentos e Impactos Ambientais	16
2.3 Pigmentos Naturais	19
2.4 Cerrado	21
2.5 Jatobá	23
2.6 Contextualização e Interdisciplinaridade no Ensino de Química	25
2.7 Momentos Pedagógicos e Sequência Didática	28
3 METODOLOGIA	29
3.1 Materiais e Reagentes	31
3.2 Procedimento Experimental	32
3.2.1 Extração do Pigmento	33
3.2.2 Precipitação do Pigmento	33
3.2.3 Secagem e Pulverização	33
4 Produção da tinta aquarela	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Aspectos químicos sobre a produção da tinta	35
5.2 Proposta de aplicação didática	37
5.2.1 Primeiro momento - Problematização inicial	39
5.2.2 Segundo momento - Experimentação: Produção da Tinta	43
5.2.3 Terceiro momento: Investigação	45
5.2.4 Quarto momento: Organização do Conhecimento	47
5.2.5 Quinto Momento: Avaliação	48
6 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A — ROTEIRO EXPERIMENTAL	55

APÊNDICE B — ROTEIROS DAS AULAS	57
APÊNDICE C — SUGESTÃO DE QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO	61

1 INTRODUÇÃO

A indústria de tintas emite anualmente uma quantidade considerável de efluentes tóxicos na atmosfera e na natureza terrestre. Buscando uma solução sustentável para esse fato alarmante, alguns métodos vêm sendo desenvolvidos para que essa indústria possa se tornar um ambiente possivelmente menos nocivo à saúde humana. Dentre os vários tipos de tintas que existem, está a aquarela, que se difundiu pelo mundo e faz parte de várias obras produzidas por artistas que trabalham com esse tipo de formulação. Sua composição básica é formada por aglutinantes, pigmentos e água, permitindo também, ser produzida de forma caseira.

Os pigmentos, materiais que conferem cor e cobertura, representam quase $\frac{1}{3}$ da composição total da tinta. Esse material é produzido, na maioria das vezes, utilizando-se metais potencialmente tóxicos que são nocivos à saúde se absorvidos pelo organismo em grande quantidade. Pigmentos naturais são substâncias extraídas de materiais encontrados na natureza e podem ser uma ótima opção para substituição de pigmentos à base de metais potencialmente tóxicos na produção de tintas.

O Cerrado Brasileiro é um bioma com grande diversidade de flora e vegetação, servindo de habitat para espécies botânicas com alto poder de pigmentação e sendo possível utilizá-las como corante para a produção de tintas. É um bioma que passa por problemas como desmatamento e queimadas, portanto deve ser estudado e devidamente valorizado. Dentre as espécies nativas do Cerrado, está o jatobá, planta que apresenta algumas possibilidades de pigmentação que estão presentes no seu fruto, casca e tronco. O coloração característica dessa espécie, possibilita a sua utilização para a produção de tintas aquarelas.

Assim, combinando os ideais de valorização da biodiversidade do Cerrado e a necessidade de produzir produtos mais amigáveis ao meio ambiente e economicamente viáveis, um dos objetivos deste trabalho é desenvolver tintas aquarelas utilizando pigmentos extraídos do jatobá. Posteriormente, propor uma sequência didática de aplicação dessa técnica desenvolvida para estudantes do Ensino Médio como forma de contextualizar assuntos da Química e colocar em prática a interdisciplinaridade no ensino, englobando essa temática com outras áreas de conhecimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tintas Aquarelas

A aquarela é uma tinta formada basicamente por um pigmento colorido moído e por um aglutinante. Tem como características principais, a transparência e a luminosidade. Se baseia no uso da água, na qual os pigmentos se transferem para a superfície. Quando a água evapora, o pigmento forma uma mancha de cor sobre o papel, que se fixa através do aglutinante. (Albuquerque, 2017)

As primeiras tintas aquarelas surgiram no século II a.C e eram utilizadas para pintar materiais como papel, couro e madeira. O “Livro dos Mortos” do antigo Egito (Figura 1) é o registro mais importante do uso das tintas aquarelas na Antiguidade. Na Idade Média, essa técnica se difundiu por vários países europeus como Inglaterra, França e Itália. Era um método visto com certo preconceito, considerado artesanal, desnecessário e muito feminino para os hábitos da época, porque era feito com tintas à base de água e sem sobreposição de camadas umas às outras, o que não exigia tanta técnica do pintor quanto a tinta à óleo, por exemplo. Ainda assim, a aquarela logo se popularizou pelo mundo todo, em virtude de sua simplicidade, praticidade de fabricação e também das diversas possibilidades de pigmentação. (Grafitti, 2018)

Figura 1 - Livro dos Mortos/Egito Antigo



Fonte: GRAFITTI, 2018

tinta, processo chamado de “cura” e ocorre através de uma reação de polimerização. A tinta é aplicada sobre uma superfície, e com a evaporação do solvente, ocorre o aumento da concentração do polímero, evoluindo seu aspecto de viscosidade. Com a difusão das moléculas através das camadas de polímero concentrado, ocorre mais evaporação do solvente, com isso a concentração de polímero aumenta ainda mais, resultando na mobilização das cadeias poliméricas, fazendo o filme da tinta apresentar o aspecto “seco”. (Barrios, 2017)

A aplicação da produção de tintas aquarelas no Ensino Médio, permite o desenvolvimento da criatividade e desperta a curiosidade dos estudantes. Também proporciona a compreensão e valorização dessa técnica que é muito utilizada por diversos artistas em todo o mundo. A Figura 3 mostra uma pintura realizada em aquarela pelo artista Liron Yanconsky.

Figura 3 - Pintura em aquarela do artista Liron Yanconsky



Fonte: Revo Space, 2020

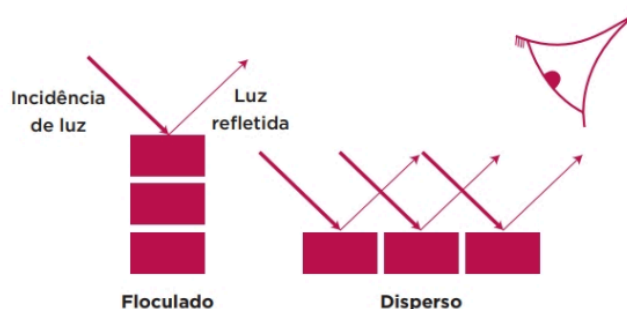
2.2 Pigmentos e Impactos Ambientais

Os pigmentos podem ser definidos como partículas insolúveis no meio, que têm como principal função, dar coloração à cobertura. Também podem ser classificados como materiais em pó que não se dissolvem na tinta, que dão cor ao produto e conferem a ele características como a cobertura, a durabilidade e consistência. (Fazenda, 2009)

A cor característica de cada pigmento se dá pela absorção e espalhamento da luz em sua superfície. A forma como a luz será refletida dependerá do formato do pigmento, podendo ser floculado ou disperso, como mostra a Figura 4. O tamanho

das partículas de pigmentos também influencia diretamente na cor que será refletida. Por isso que a dispersão é uma das etapas mais importantes no processo de fabricação de tintas, na qual se utilizam agentes umectantes e dispersantes para uma melhor efetivação deste procedimento. (Winkler, 2012; Zeno, 2007).

Figura 4 - Reflexão da luz nos pigmentos

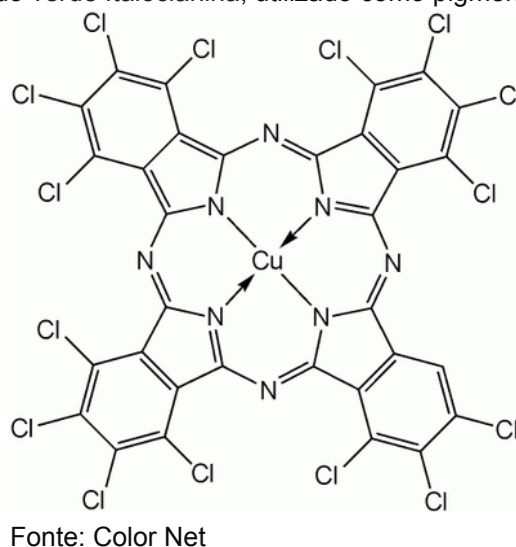


Fonte: Barrios (2004, p. 92)

Existem dois tipos de pigmentos: os orgânicos, que são sintéticos; e os inorgânicos, que possuem origem natural, como os minerais. Geralmente, os pigmentos inorgânicos são fabricados por um processo de calcinação de um precipitado, enquanto os orgânicos são sintetizados por meio de cristalização e filtração. Podem também ser divididos em dois grupos: pigmentos ativos e inertes. Os pigmentos ativos, fornecem cor e poder de cobertura para a tinta, já os inertes, proporcionam dureza, lixabilidade e consistência. (Fazenda, 2009; Winkler, 2012)

São exemplos de pigmentos comumente utilizados na indústria de tintas: verde ftalocianina (figura 5), cromatos de chumbo, cromatos de zinco, verdes de cromo, azul de prússia, sulfetos e sulfoselenetos de cádmio, óxido de zinco, óxido de cromo, azul de ultramar, negro de fumo, fosfato de zinco, sílico aluminato de sódio, níquel titanatos, cromo titanatos, bismuto vanadatos, azuis e verdes de cobalto. (Fazenda, 2009)

Figura 5 - Estrutura do verde ftalocianina, utilizado como pigmento de coloração verde



Os pigmentos representam cerca de 18 a 25 % da composição total da tinta e a grande maioria dos processos industriais utilizam, como pigmentos, metais potencialmente tóxicos nas formulações, como por exemplo: chumbo, cromo, molibdênio, cádmio, entre outros. De acordo com Fazenda (2009):

A solução lógica para a minimização dos impactos associados a estes materiais (Pigmentos) é a sua substituição por materiais que apresentem um menor potencial de toxicidade tanto ao homem quanto ao meio ambiente (Fazenda, 2009, pág 1085).

Os elementos químicos normalmente incluídos no grupo dos metais potencialmente tóxicos são: arsênio, cádmio, cobre, estanho, antimônio, chumbo, bismuto, prata, mercúrio, molibdênio, índio, ósmio, paládio, ródio, rutênio, cromo, níquel e vanádio. (UFMS, 2023)

A emissão constante das partículas desses metais pode ser prejudicial tanto para a saúde quanto para o meio ambiente. Podem ser absorvidas por vegetais e animais, causando intoxicações em todos os níveis da cadeia alimentar, caracterizando como poluentes ambientais significativos, devido a sua toxicidade, sendo um problema de importância crescente. Sua acumulação nos solos, águas subterrâneas e nos organismos podem ter sérias consequências. (Markert, 1999)

A inalação de metais potencialmente tóxicos pode causar desequilíbrio no estado oxidativo e danos às membranas celulares. Essa conjugação pode diminuir ou impossibilitar o transporte de elementos essenciais e o desequilíbrio induzir a

formação de radicais livres em excesso, prejudicando assim a eficácia dos mecanismos de proteção antioxidante. (Goldhaber, 2003)

Portanto, visto que a presença de metais potencialmente tóxicos no meio ambiente pode causar poluição e danos à saúde, é notória a necessidade de se tentar obter novos materiais que tenham um nível de toxicidade menor, e conseqüentemente, transformar a indústria de tintas num ambiente cada vez mais sustentável. Recentemente, em uma live do CRQ IV, o Engenheiro Químico José Qualiotto frisou que a tendência é de que cada dia mais surjam novas tecnologias de pigmentos com processos otimizados, com menor gasto de energia e recursos naturais mais favoráveis ao meio ambiente e para a saúde das pessoas” (CFQ, 2023).

2.3 Pigmentos Naturais

Pigmentos naturais são substâncias extraídas de animais, insetos, fungos, microalgas, frutas, vegetais, legumes, árvores, folhas, cascas, pétalas das flores e das raízes.

Desde a Pré-História (30.000 - 8.000 a.C), os seres humanos produziam suas próprias tintas com pigmentos de materiais achados na natureza como pó de rochas, carvão vegetal, sangue, colas vegetais e animais. Esses materiais eram utilizados para fazer pinturas em cavernas e algumas conservaram-se até os dias atuais. No Brasil, é possível encontrar arte rupestre de norte a sul do país, sendo as pinturas rupestres mais antigas encontradas no Parque Nacional da Serra da Capivara (Bermond, 2018; Pessis, 2003).

No decorrer da história, várias civilizações também utilizaram e ainda utilizam matérias-primas achadas na natureza para fazer pinturas. Na Índia, utiliza-se o açafreão para colorir de amarelo as mantas dos monges budistas. Os Incas, Maias e Astecas utilizavam o carmim como corante vermelho, a partir da extração desse composto de um inseto chamado cochonilha. Esse corante ainda é muito utilizado atualmente na indústria alimentícia em produtos como sucos, refrigerantes,

energéticos, geléias, compotas e bebidas alcoólicas. Outra fonte de corante vermelho muito popular foi o pau-brasil, difundido na Europa, mas também muito utilizado pelos indígenas e os povos da época da colonização. (Bermond, 2018; Ongaratto, 2021)

Os povos Egípcios e Chineses foram os primeiros a desenvolver pigmentos sintéticos, por observarem que os minerais podem perder sua coloração ao serem calcinados. O azul do Egito ($\text{CaCuSi}_2\text{O}_6$), por exemplo, foi obtido por calcinação de uma mistura de sílica, óxidos de cobre e sais de cálcio. Em 1856, o Químico inglês William Perkin desenvolveu o primeiro corante sintético produzido em laboratório. Desde então, começaram a ser produzidos muitos outros pigmentos sintéticos, passando a ocupar o lugar dos pigmentos naturais. (Suarez, 2012)

Atualmente, diante da necessidade de se obter materiais que tenham efeitos menos nocivos ao meio ambiente, os pigmentos naturais estão ganhando cada vez mais visibilidade. Em alguns setores da indústria, esses pigmentos já são comumente utilizados. Na indústria de alimentos, por exemplo, utiliza-se a bixina e a norbixina, que pertencem à classe dos carotenóides e são responsáveis pela cor avermelhada das sementes de urucum, que é a base para a produção do colorau. O β -caroteno, presente na cenoura e responsável pela coloração laranja, também faz parte de grandes aplicações industriais, assim como a clorofila, pigmento verde presente nas folhas, dentre diversos outros exemplos. (Chisté, 2020)

Na indústria de tintas, os pigmentos naturais ainda são pouco utilizados, no entanto, estudiosos da área têm dedicado esforços para pesquisar e entender como os pigmentos naturais de origem vegetal podem ser inseridos na produção de larga escala de tintas das mais diversas finalidades. Todo este estudo leva em consideração fatores como: estabilidade do pigmento, espécies botânicas que possuem alto poder de pigmentação e métodos de extração economicamente viáveis. Tratando-se de pequenas escalas de produção, os pigmentos naturais são bastante usados no preparo de tintas aquarelas. Diversos artistas utilizam materiais achados na natureza para desenvolver pinturas e promover a valorização do meio ambiente. (Souza, 2012)

Dentre os métodos mais comuns para se obter pigmentos naturais estão: cocção, maceração, infusão, fricção, liquidificação e precipitação. Cabe ao artista que está produzindo a tinta, analisar qual a melhor forma de extração do pigmento, levando em consideração a espécie botânica escolhida. Outra forma de pigmentação que pode ser produzida é a “*lake pigment*”, que traduzido para o português significa pigmento lago ou Laca. Esse pigmento é produzido com a precipitação de um corante, utilizando sais metálicos. O precipitado é separado do sobrenadante, e secado naturalmente ou em estufa. Em seguida, o produto final é macerado e utilizado para produção de tintas. (Bermond, 2018; Pippal, 2022)

2.4 Cerrado

O Cerrado é um bioma que ocupa grande parte do Centro-Oeste brasileiro, mas que também se estende por todas as demais regiões do país. É o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², que equivale a 24 % do território nacional. O Cerrado é um bioma muito antigo, tendo já atingido o seu clímax há milhares de anos. Mudanças climáticas do passado permitiram que apenas as plantas adaptadas à escassez sazonal de água e mais resistentes ao fogo pudessem sobreviver na região. E o contato com os demais biomas brasileiros influenciou a grande diversidade de fauna e flora existentes neste bioma. (Nascimento; Ribeiro, 2017; Sano; Almeida; Ribeiro 2008)

É um bioma que abriga mais de 11.000 espécies vegetais, das quais 4.400 são endêmicas. Sua vegetação se caracteriza pelos troncos tortuosos, baixo porte, ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. A vegetação não apresenta essa característica em decorrência da escassez de água, já que o Cerrado abriga densa rede hídrica, mas devido a outros fatores edáficos. Possui uma vegetação bastante diversificada, apresentando desde associações campestres abertas, até associações florestais densas, como os cerradões. Entre estes dois extremos fitofisionômicos, existe uma gama de associações intermediárias, caracterizando o Cerrado como um verdadeiro mosaico de formas fisionômicas. É um Bioma que apresenta uma enorme diversidade e beleza das espécies de plantas (Medeiros, 2011).

Até meados do século passado, essa região era subutilizada pela produção agrícola devido aos seus solos de baixa fertilidade, acidez elevada e baixa capacidade de armazenamento de água. Contudo, o desenvolvimento de novas tecnologias viabilizou sua utilização, de modo que se tornou um dos mais importantes pólos de produção de alimentos. Cerca de 55 % da área original do Cerrado – que corresponde a 880.000 km², superior à área desmatada da Amazônia Brasileira – já foi desmatada ou transformada pela ação humana. Segundo dados do INPE, entre janeiro e maio de 2023, foram desmatados mais de 3.320 km² do bioma, um aumento de 27 % em relação ao mesmo período no ano de 2022. Por conta desses dados alarmantes sobre seu desmatamento e todos os aspectos sobre sua rica biodiversidade, é notória a grande importância de se estudar e valorizar o Cerrado Brasileiro. (Braun, 2023)

Com aproximadamente 10.000 espécies diferentes, na flora presente no cerrado, encontram-se: babaçu, murici, mangaba, pequi, buriti, cagaita, baru, jerivá, gueroba, jatobá, macaúba, cajuzinho-do-cerrado, barbatimão, pau-santo, gabioba, pequizeiro, araçá, sucupira, pau-terra, catuaba, indaiá, capim-flecha, matas ciliares. Todas essas espécies apresentam cores e pigmentação muito características que possibilitam a sua utilização para a produção de tintas naturais. Alguns artistas brasileiros já trabalham com a produção de tintas e corantes, utilizando espécies nativas do cerrado. No projeto “Pigmentos Daqui”, por exemplo, os artistas Vone Petson e Pablo Marquinho se propuseram a pesquisar tintas com pigmentos e óleos desse bioma, com o objetivo de produzir tintas gráficas. Pesquisadores e alunos da UFG também desenvolvem um projeto onde plantas do cerrado são utilizadas para customização e tingimento de roupas, através da extração dos pigmentos dessas espécies botânicas. (Petson, 2022; Martins 2023)

FERREIRA (2019), em seu estudo intitulado “CORES DO CERRADO: conhecimento tradicional Kalunga sobre corantes naturais” conseguiu enumerar 16 espécies do Cerrado com potencial de pigmentação, conforme a tabela 1:

Tabela 1: Espécies vegetais potenciais produtoras de pigmentos corantes

Nome vernáculo	Nome botânico
Anil	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.
Açafrão	<i>Curcuma longa</i> L.
Cabelo de Nego	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.
Bico de Papagaio	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.
Sucupira	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel
Caparrosa	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell
Urucu	<i>Bixa orellana</i> L.
Banana	<i>Musa acuminata</i>
Anil da Folha Grande	<i>Indigofera</i> L.
Cajuzinho	<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.
Angico	não identificado
Jatobá	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne
Tatarena	não identificado
Pau terra	não identificado
Tingui	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.

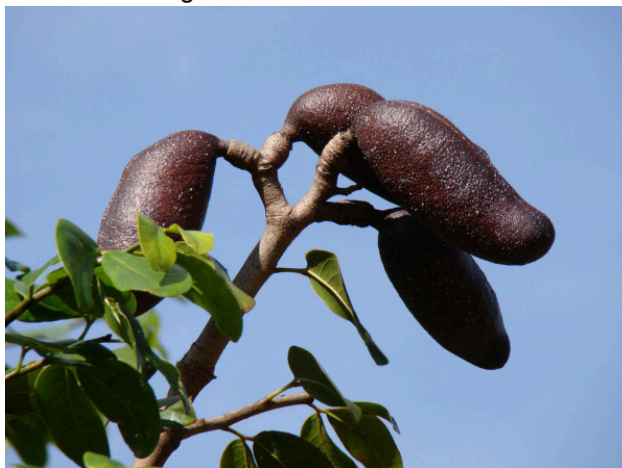
Fonte: Cores do Cerrado (2019)

Para saber a coloração característica de cada uma dessas espécies, é necessário analisar o corante típico encontrado em cada uma delas e seu grupo cromógeno. Um exemplo clássico é a *Curcuma Longa*, espécie onde o corante típico encontrado é a curcumina, com os flavonóides sendo o grupo cromóforo, responsável pela coloração amarela do açafrão. (Ferreira, 1998)

2.5 Jatobá

O Jatobá é uma espécie nativa do Cerrado, porém não se encontra exclusivamente em solo brasileiro, podendo ocorrer também em países como Paraguai, Bolívia e Venezuela. Seu habitat ocorre em grande parte nos solos secos, com baixa fertilidade. Por ser uma espécie considerada polimórfica, possui seis variedades botânicas, que se diferenciam em características como tamanho, cor do fruto e folíolo. São elas: Courbaril, Villosa, Altíssima, Longifolia, Stilbocarpa e Subsessilis. (Lima; Pinto, 2014)

Figura 6 - Frutos do Jatobá



Fonte: Mauro Guanandi (*public domain*)

O fruto possui um endocarpo que pode ocorrer em uma grande variedade de cores, aromas, sabores e também é utilizado para produzir farinhas com um alto poder nutricional. A farinha de Jatobá é isenta de glúten, portanto, muito demandada no mercado. No uso medicinal, possui alto potencial farmacológico, podendo ser utilizados para o tratamento diversas doenças por possuir compostos com propriedades antioxidantes. (MMA, 2016)

De acordo com Alexandre (2011), “do Jatobá praticamente tudo se aproveita, a madeira, a casca, a resina, o fruto e a seiva.” Assim, além do fruto, todas as partes da árvore podem ser utilizadas para algum fim específico. A seiva, extraída do tronco, possui propriedades reconstituintes e tônicas, podendo ser usada para tratamento de úlceras. A infusão da casca, do caule e das folhas permite o tratamento de tosses, queimaduras e para vermifugação. E as resinas retiradas do tronco são utilizadas na indústria de vernizes por serem consideradas um dos melhores copais (tipo de resina viscosa extraída das árvores). E por fim, sua madeira possui uma excelente qualidade para a produção de móveis e diversos objetos. (Tropical, 1979; Vale, 2001)

Quando se trata de cores, a árvore de Jatobá apresenta diversas possibilidades de pigmentação. Seu endocarpo pode ter tons variados dependendo da espécie e da maturação. O Jatobá-da-mata, por exemplo, possui o fruto na cor marrom escuro, enquanto outras espécies podem ter o fruto na coloração verde ou cor creme quando maduros. A seiva extraída do tronco e da casca possui uma cor avermelhada, e costuma ser utilizada para tingir algodão. Portanto, o Jatobá é uma

espécie botânica que possui um alto poder de pigmentação, sendo permitido seu uso para produção de tintas naturais.(MMA, 2016)

2.6 Contextualização e Interdisciplinaridade no Ensino de Química

Contextualização e Interdisciplinaridade são eixos que estruturam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). São abordagens educacionais que podem auxiliar positivamente o aprendizado e a motivação do estudante, atribuindo sentido ao conhecimento e promovendo uma aprendizagem mais significativa. (Santos; Schnetzler, 2010)

Quando se fala de educação interdisciplinar, entende-se como uma ferramenta didática que propõe a união de várias disciplinas do ciclo básico de ensino, em torno de um determinado tema a ser trabalhado pelos docentes. Para Graff (2015), a interdisciplinaridade busca a inter-relação entre distintos campos, disciplinas ou ramos do conhecimento, na busca por novas respostas para problemas prementes.

Na educação básica, cada disciplina refere-se a um conjunto de conhecimentos que não estão restritos a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades. Portanto, a interdisciplinaridade também pode ser entendida como integração e engajamento entre os educadores, buscando a interação do currículo escolar com a realidade. A ideia de aplicação desse método visa a formação integral dos estudantes, fazendo com que eles tenham uma visão global do assunto a ser estudado, buscando a capacidade de enfrentar problemas complexos do mundo, e conseqüentemente, exercer a cidadania.(Magri, 2015)

A interdisciplinaridade possibilita uma nova postura diante do conhecimento existente, conhecido e ao ser explorado, uma mudança de atitude em busca do contexto do conhecimento, em busca do ser como pessoa participativa na sociedade de um modo em geral. A interdisciplinaridade visa garantir a construção de um conhecimento globalizante, rompendo com os limites das disciplinas e viabilizando assim novas oportunidades de conhecer e construir conhecimento. (Gardas, 2015, pág. 07)

Diante dos fatos supracitados, é notório que a interdisciplinaridade e o desenvolvimento educacional e social caminham juntos. O docente, ao abordar um determinado assunto, pode avaliar onde aquilo se encaixa no estudo não só de sua disciplina como de outras também, buscando o entendimento daquele tema de forma ampla. A temática da produção de tintas naturais, por exemplo, pode englobar a união de disciplinas como Artes, Geografia, História, Física e Química. Esse tema possibilita a organização de um estudo e uma proposta de avaliação interdisciplinar, com o objetivo de despertar o interesse dos estudantes pelos assuntos trabalhados nas áreas de ensino e desenvolver a prática da interdisciplinaridade no âmbito escolar.

A contextualização do ensino é algo discutido por vários educadores e grupos que defendem a ideia de fornecer ao aluno uma educação para a cidadania juntamente a aprendizagem significativa de conteúdos a serem estudados. De modo geral, a contextualização permite vincular o conhecimento obtido com a sua aplicação. Possibilita um modo de ensinar conceitos que estão ligados ao cotidiano dos alunos.

Alguns documentos oficiais ligados à educação no Brasil, enfatizam a importância da contextualização do ensino. Na LDB, a contextualização começou a ser discutida com a reforma do Ensino Médio, destacando que as compreensões dos conhecimentos devem ser para uso no cotidiano. Na educação do meio rural, por exemplo, os conteúdos curriculares e metodologias devem ser apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos daquela região. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) defendem a ideia de que a contextualização do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. E também provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento, uma relação de reciprocidade.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a área de Ciências da Natureza, deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizadas que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias.

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. (Brasil, 2017, pág. 549)

O ensino de Química é visto por muitos estudantes como uma área de estudo bastante exaustiva e que os levam apenas à repetição de conceitos e decorar fórmulas sem nenhuma relação com o seu cotidiano. Assim, devido a ausência de contextualização do ensino dentro das instituições de ensino, muitos jovens do Ensino Médio não vêem nenhuma relação da Química com suas vidas nem com a sociedade, como se os alimentos que eles consomem ou os produtos de higiene pessoal fossem questões de outra esfera do conhecimento, divorciadas da Química que se estuda na escola. Essa ideia, provavelmente, é desenvolvida pelos estudantes, pelo simples fato de não ser feita nenhuma ponte de ligação entre o assunto ensinado e o contexto de onde aquilo se aplica.

Maldaner (1997), defende a ideia de que seja superado a utilização dessas propostas tradicionais de ensino de Química que centram suas abordagens em torno de conteúdos descontextualizados e sem inter-relação entre os fatos químicos e sua inserção e funcionamento no mundo. Portanto, a ideia de contextualizar os assuntos trabalhados na Química, significa fazer com que essa ciência se torne algo mais interessante e mais próximo à realidade do aluno.

A Química é uma ciência capaz de explicar diversos fenômenos do cotidiano. Existem infinitos temas que podem ser trabalhados e contextualizados em sala de aula. Dentre esses temas está a produção de tintas naturais, que pode englobar vários assuntos e competências que estão na BNCC de Ciências da Natureza. Essa temática pode atrair muito a atenção do aluno, por estar diretamente ligado a artes, pintura e desenvolvimento criativo. E além disso, é um assunto relativamente novo, onde poucos docentes já desenvolveram algum projeto em torno do tema. No quadro 2 estão alguns assuntos trabalhados na Química do Ensino Médio que podem ser contextualizados com o tema: “Produção de Tintas Aquarelas com pigmentos extraídos do Jatobá”.

2.7 Momentos Pedagógicos e Sequência Didática

Momentos Pedagógicos são metodologias didáticas criadas e sistematizadas por Paulo Freire (1987) e que posteriormente foram aprimoradas por Demétrio Delizoicov (1992). Consiste em uma divisão de etapas no processo de ensino-aprendizagem, são elas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. (Urel, 2022)

O primeiro momento consiste na introdução do conteúdo na forma de discussões problematizadas sobre questões e situações a respeito do tema. Essa discussão leva em consideração situações reais que os estudantes conhecem e presenciam, com o objetivo de fazer com que eles sintam a necessidade de se obter conhecimentos que ainda não detém. O segundo momento é caracterizado pelo estudo de todas as leis e teorias necessárias para compreensão do tema central e da problematização inicial. Esse estudo é feito sob orientação do professor, que decidirá qual o melhor recurso didático para essa etapa. A terceira e última etapa consiste em abordar o conhecimento que vem sendo compreendido pelo aluno, para analisar e interpretar novas situações que podem ser compreendidas por esse mesmo conhecimento. Com isso, os alunos conseguem fazer associações dos temas aprendidos com novos problemas que possam surgir. (Delizoicov, 1992).

Dermeval Saviani (1999), fundador da pedagogia histórico-crítica, é outro estudioso da área educacional que caracterizou algumas etapas que o professor deve promover no processo pedagógico: Prática Social Inicial do Conteúdo, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final do Conteúdo. Algumas dessas etapas se assemelham aos momentos pedagógicos de Delizoicov por apresentarem objetivos em comum e por promoverem metodologias didáticas parecidas. Cada momento pedagógico refere-se a uma etapa específica do ensino, previamente planejada e sistematizada pelo docente, com o objetivo de atingir as metas educacionais propostas.

Zaballa (1998) define Sequência Didática como sendo um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos

professores quanto pelos alunos. Portanto, uma sequência didática está ligada à estruturação de etapas de ensino, podendo ser um recurso muito útil para organizar e sistematizar todos os momentos pedagógicos.

3 METODOLOGIA

Para desenvolver uma proposta didática com a temática de tintas naturais voltada para o 3º ano do Ensino Médio, foram analisados alguns métodos para extração do corante do Jatobá e a produção de pigmentos. O método escolhido foi o preparo de pigmento Laca, que se baseia na precipitação do corante utilizando sulfatos metálicos. No entanto, algumas etapas importantes foram desenvolvidas antes do processo experimental e antes do desenvolvimento da proposta.

Primeiramente, foi feita a escolha de qual espécie botânica do cerrado seria utilizada para a extração de pigmentos. Após a análise das espécies disponíveis na tabela 1, o fruto escolhido foi o Jatobá. Dentre os motivos da escolha estão: Espécie que possui várias possibilidades de tonalidades de corante e sua casca é muito descartada gerando um resíduo vegetal que muitas vezes não tem nenhuma finalidade específica. Portanto, a extração de pigmentos e produção de tintas é uma alternativa para o aproveitamento desse resíduo.

Após a decisão de utilizar o Jatobá para produção de tintas, foram desenvolvidas algumas pesquisas de métodos eficazes que pudessem ser economicamente viáveis e sustentáveis para extrair o pigmento da planta e produzir uma tinta aquarela. Dentre os métodos que foram analisados, o pigmento laca é o que mais se adequa para produzir tintas a partir do Jatobá. É uma forma de produção de pigmentos que muitos artistas utilizam a bastante tempo, no entanto, os estudos mais aprofundados dessa técnica para espécies botânicas estão sendo desenvolvidos mais recentemente.

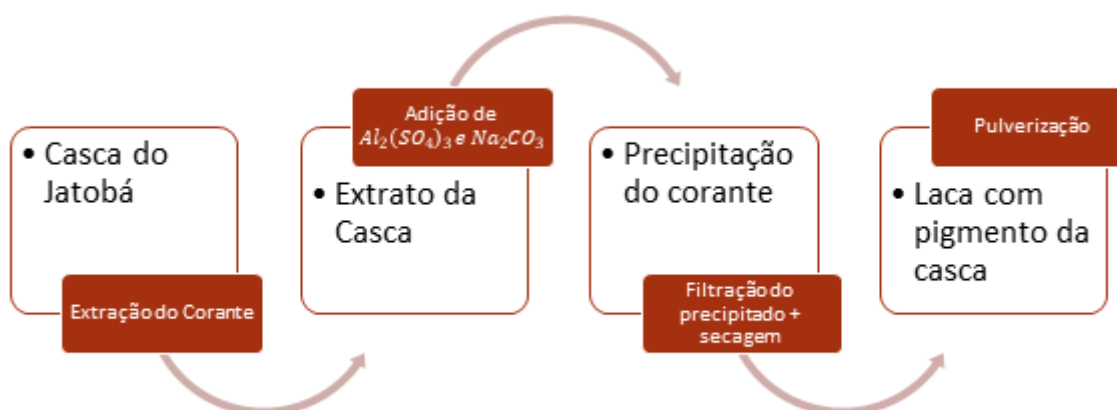
Nguyen e Bechtold (2021), cientistas austríacos, desenvolveram um estudo sobre a produção de pigmentos laca em larga escala, a partir da casca da cebola. A base para a produção das lacas de Jatobá foi a metodologia experimental

desenvolvida neste estudo. Consiste em extrair os pigmentos da planta com água destilada e utilizar sulfato de alumínio como agente precipitante do pigmento e hidróxido de sódio para deixar o meio básico. No entanto, foram feitas algumas adaptações, visto que posteriormente, essa técnica será executada numa aplicação didática. O hidróxido de sódio foi substituído por carbonato de sódio, que é um sal de caráter básico. E por ser um reagente sólido, seu manuseio se torna mais prático. O tempo de extração do pigmento e as quantidades de reagentes utilizados também tiveram uma adaptação, pois a produção das lacas de jatobá foram feitas em pequena escala.

Após a escolha do processo a ser executado, foram feitos testes no laboratório para confirmar se de fato, é possível produzir pigmentos laca com o corante extraído do Jatobá. Seguindo o passo a passo de todo o procedimento experimental descrito no artigo, foi de fato comprovado que a partir dessa técnica, é possível fazer lacas de pigmentos com o Jatobá. Diante disso, foram feitas adaptações de toda a instrumentação utilizada nesse processo, com o objetivo de democratizar essa técnica tornando-a mais acessível para que estudantes do ensino básico possam executar.

O preparo da Laca consistiu na extração com solvente, seguido de uma reação de precipitação, conforme o fluxograma (figura 7). A espécie de Jatobá utilizada foi o Jatobá-da-mata, e todas as suas partes foram aproveitadas (Casca, Tronco e Fruto).

Figura 7: Fluxograma do processo de produção da Laca com pigmentos extraídos do jatobá



3.1 Materiais e Reagentes

Para a produção da laca, foram utilizados os seguintes materiais (figura 8):

- Colher de pau
- Concha,
- Panela de alumínio
- Balança
- Fogareiro
- Béqueres
- Peneira
- Pano de chão alvejado

Reagentes:

- Sulfato de Alumínio
- Carbonato de Sódio
- Partes do Jatobá (casca, fruto e tronco) (figura 9).

E para o preparo da tinta aquarela, os materiais utilizados foram (figura 10):

- Goma arábica
- Mel
- Glicerina
- Almofariz
- Pistilo
- Recipientes pequenos para armazenamento
- Lacas de pigmentos

Figura 8: Materiais utilizados na Produção da Laca



Fonte: Autor

Figura 9: Tronco, Casca e Fruto do Jatobá



Fonte: Autor

3.2 Procedimento Experimental

O procedimento experimental foi dividido em: extração do pigmento; precipitação do pigmento; secagem e pulverização; e produção da tinta aquarela.

3.2.1 Extração do Pigmento

Para a extração dos pigmentos do Jatobá, foram pesados 100 g da casca de jatobá triturada. Em seguida, adicionaram-se 1 L de água destilada em uma panela para o aquecimento. A água foi aquecida no fogareiro até atingir a temperatura de 100°C e, então, a casca de Jatobá pesada foi adicionada à água. A mistura foi deixada sob aquecimento por cerca de 10 minutos até a água mudar completamente de coloração e o máximo de corante ser extraído. Após essa etapa, com o auxílio de uma peneira, foi separado o extrato do resíduo. O mesmo processo de extração foi feito para o tronco e para o fruto. Os extratos foram deixados no béquer para resfriar em temperatura ambiente (Figura 10).

3.2.2 Precipitação do Pigmento

Em cada solução de extrato obtidas, foram adicionados 10 g de sulfato de alumínio. Em seguida, adicionaram-se 5 gramas de carbonato de sódio e foi feita a homogeneização com o auxílio de uma colher de pau. Aguardou-se em torno de 2 horas para ocorrer a precipitação do corante.

3.2.3 Secagem e Pulverização

Com o auxílio de uma concha, a parte sobrenadante da mistura foi retirada e descartada e o precipitado foi filtrado utilizando um tecido de algodão branco. O precipitado obtido foi colocado num vidro de relógio e secado na estufa a 60 °C por 40 minutos. Em seguida, o produto foi pulverizado com auxílio de almofariz e pistilo para o aumento da superfície de contato e transferido novamente para o vidro de relógio. Após a finalização de todo o processo, a Laca obtida foi armazenada para ser utilizada, posteriormente, como pigmento na produção das tintas aquarelas.

4 Produção da tinta aquarela

Após o preparo da Laca com os pigmentos extraídos do Jatobá, foi produzida a tinta aquarela. A fórmula utilizada para o preparo foi retirada da obra “Materiais em Arte” de Hofmann Gatti (2007) e os ingredientes utilizados estão listados a seguir:

- Aglutinante - 30 mL de Goma Arábica dissolvida na proporção (1/5)
- 15 g de pigmento em pó
- 5 mL de mel
- 10 mL de Glicerina

Figura 10: Materiais utilizados na produção da tinta aquarela



Fonte: autor

A tinta aquarela foi preparada em um almofariz de porcelana. Primeiro adicionou-se a goma arábica dissolvida em água, depois a glicerina e o mel. O pigmento foi sendo adicionado aos poucos e misturado com o auxílio de um pistilo. A mistura pronta foi transferida para potinhos de vidro e deixada ao ar livre para a água evaporar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos químicos sobre a produção da tinta

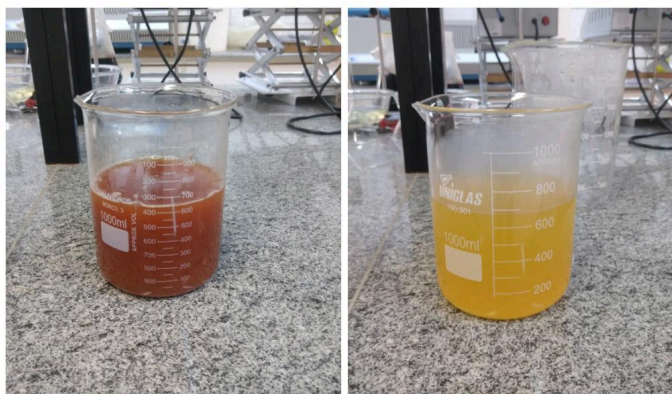
O preparo da Laca baseou-se em quatro etapas básicas: extração, precipitação, filtração e secagem. A extração do corante (figura 11), utilizando água quente, ocorre por diferença de solubilidade dos componentes presentes no jatobá. Os componentes solúveis são extraídos e a maior parte do material vegetal permanece como resíduo sólido após a extração, podendo servir de compostagem posteriormente.

Figura 11: Extração do corante da casca do jatobá



Fonte: Autor

Figura 12: Extrato da Casca e do Fruto



Fonte: Autor

Para a formação da laca, o corante extraído (figura 12) foi precipitado utilizando sulfato de alumínio, que é um sal metálico muito utilizado no tratamento de água, pois age como um coagulante de impurezas. Já o carbonato de sódio, sal que possui propriedades alcalinizantes, foi utilizado para deixar o meio básico e possibilitar a ocorrência da precipitação (figura 13).

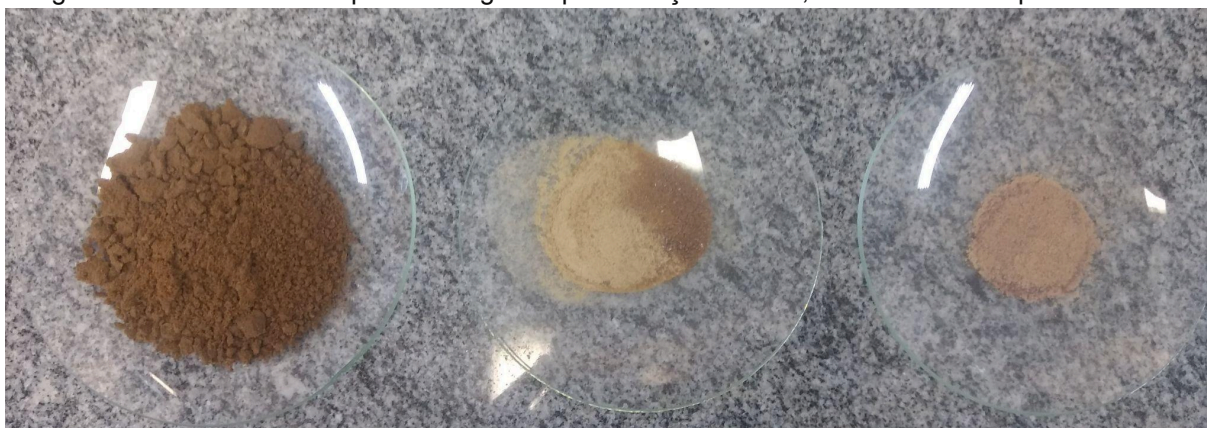
Figura 13: Precipitação dos pigmentos da casca, do fruto e do tronco respectivamente



Fonte: Autor

Após as etapas de filtração, secagem e pulverização, as lacas obtidas (figura 14), foram pesadas para saber o rendimento do processo realizado. O maior rendimento foi da casca, onde a massa de pigmento obtido foi de 16,1 g, em seguida o fruto com 1,86 g e o tronco com 0,92 g. A partir desses valores, foi possível saber a quantidade de cada insumo no preparo da aquarela (tabela 2).

Figura 14 : Lacas obtidas após a secagem e pulverização. Casca, fruto e tronco respectivamente.



Fonte: autor

Tabela 2 - Quantidade de insumos para cada quantidade de pigmento obtido

Pigmento (g)	Goma arábica dissolvida (mL)	Glicerina (mL)	Mel (mL)
Casca – 16,1	32,2	10,7	5,36
Fruto – 1,86	3,72	1,24	0,62
Tronco – 0,92	1,84	0,61	0,30

Fonte: autor

5.2 Proposta de aplicação didática

Após a execução de todo o processo de extração do pigmento e produção da tinta, foram feitas pesquisas e análises de metodologias de ensino que se adequassem bem na proposta de se produzir tintas aquarelas naturais em sala de aula. Buscando desenvolver uma proposta didática que desperte no aluno o interesse e a curiosidade pelos conceitos da Química, a metodologia escolhida baseia-se nos momentos pedagógicos de Delizoicov e de Saviani, com algumas adaptações e organizados a partir de uma sequência didática. A ideia consiste em fazer com que os estudantes desenvolvam um estudo acerca dos procedimentos executados durante a produção das tintas, buscando compreender os fenômenos de forma clara e objetiva, visando a realização de uma revisão de alguns assuntos da Química trabalhados ao longo do Ensino Médio, além de promover a contextualização e a interdisciplinaridade do ensino acerca da temática de tintas naturais. A tabela 3 mostra alguns assuntos que podem ser contextualizados com essa temática e a tabela 4 mostra os assuntos que cada disciplina pode trabalhar diante desse mesmo tema.

Tabela 3: Assuntos que podem ser contextualizados com a temática de Tintas Naturais

ASSUNTOS DA QUÍMICA	TÓPICOS ESPECÍFICOS	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA
Substâncias e Misturas	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de separação de misturas • Extração Líquido-Líquido • Filtração • Decantação 	<ul style="list-style-type: none"> • Extração dos pigmentos do Jatobá • Separação do extrato e dos resíduos
Cálculos Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Estequiometria • Rendimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculos referentes a quantidade de pigmento obtido a partir das quantidades de materiais utilizados. • Quanto deve ser utilizado de cada reagente.
Soluções	<ul style="list-style-type: none"> • Solubilidade • Precipitação • Efeito do pH na solubilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparo das soluções utilizando o extrato do pigmento • Precipitação do pigmento • Adição de reagentes para ajuste de pH • Preparo da Tinta Aquarela
Cinética Química	<ul style="list-style-type: none"> • Fatores que influenciam a velocidade das reações 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de extração • O porquê da extração ser feitas com materiais pulverizados
Reações Químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Reação de precipitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Adição de agentes precipitantes
Química Orgânica	<ul style="list-style-type: none"> • Funções Orgânicas • Polímeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Composição dos pigmentos obtidos • Cura da tinta e polimerização

Fonte: autor

Tabela 4: Assuntos que cada disciplina pode abordar com a temática de tintas naturais

Disciplina	Assuntos que podem ser abordados
Física	<ul style="list-style-type: none"> • Colorimetria • Luz • Ondas
Biologia	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidade • Meio Ambiente • Botânica
Arte	<ul style="list-style-type: none"> • História da Arte • Estudo das Cores • Pintura
Geografia	<ul style="list-style-type: none"> • Biomas • Cerrado • Vegetação
História	<ul style="list-style-type: none"> • História das Tintas e pigmentos Naturais ao longo do tempo

Fonte: autor

A sequência didática foi realizada utilizando-se se 5 momentos pedagógicos conforme o fluxograma:

Figura 15: Fluxograma dos 5 momentos pedagógicos da proposta de aplicação didática



Fonte: autor

5.2.1 Primeiro momento - Problematização inicial

Delizoicov (1991) define o primeiro momento pedagógico como sendo uma etapa onde são apresentadas situações do cotidiano aos estudantes, para que eles

possam fazer uma reflexão acerca do tema que será trabalhado. Pode ser entendida como uma introdução ao tema de forma que o aluno entenda onde aquilo se aplica na realidade. O conhecimento prévio que os alunos possuem são fundamentais para a situação-problema que o professor trazer. A ideia da problematização é ter a prática do diálogo entre professor e alunos no início de cada aula para levantar suas concepções acerca de determinado conceito científico. Portanto, essa etapa tem como objetivo principal fazer com que os alunos sintam a necessidade de se obter conhecimentos que ainda não detém, para assim trazer possíveis soluções e reflexões sobre a temática a ser desenvolvida.

Objetivos do primeiro momento:

- Mostrar aos estudantes a importância da sustentabilidade e como a poluição causada por metais potencialmente tóxicos pode ser prejudicial a nossa saúde;
- Fomentar a vontade de trazer soluções para amenizar a poluição e a toxicidade emitida pela indústria.
- Desenvolver a valorização do estudo do cerrado.

O docente deve fazer uma breve introdução ao tema e mostrar aos estudantes como funciona a produção de uma tinta. Podem ser apresentados vídeos, artigos ou obras que ilustram o processo de fabricação de tintas aquarelas e os artistas que utilizam essa técnica. Devem ser mostradas quais são as partes que compõem uma tinta (resina, solvente, pigmentos, aditivos) dando ênfase aos pigmentos que são o tema central de estudo a ser desenvolvido. Para valorizar o conhecimento que os alunos já possuem, o docente pode fazer questionamentos como: - “Em algum momento vocês já utilizaram tintas?”, “Quando estavam utilizando para algum fim artístico, já pararam pra pensar como ela é produzida?” “Como vocês acham que a cor da tinta é produzida?”. E a partir dessas questões propostas, é importante analisar todas as respostas possíveis para que assim, o docente tenha uma visão geral de como a turma está caminhando para o objetivo pedagógico proposto. Bachelard (1996) ressalta que se não há pergunta, não há conhecimento científico. Portanto, ao fornecer questionamentos e problematizações

aos estudantes acerca do que será trabalhado, eles têm a oportunidade de desenvolver a capacidade de raciocínio.

Feita a introdução ao tema, chega a hora de aplicar a problematização acerca do que foi apresentado. O docente deve entregar aos estudantes algum material referente a poluição causada pela indústria de tintas sendo artigo, texto, resumo ou vídeo. Deve ser descrito claramente os motivos que faz cada componente da tinta emitir materiais tóxicos e os efeitos biológicos que isso pode causar à saúde da sociedade. Posteriormente, o docente pode fazer o seguinte questionamento aos estudantes: - “Quais soluções vocês propõem para a minimizar a emissão de poluentes tóxicos causado pela indústria de tintas?”. Mesmo que os estudantes não tenham uma base teórica considerável a respeito do tema, é necessário que o docente ouça atentamente as possíveis respostas e incentive os alunos a pesquisar e entender mais sobre o assunto trabalhado. Como o assunto que será abordado posteriormente será a parte de pigmentos, o docente deve enfatizar durante o debate quais as possíveis soluções para produzir uma tinta mais sustentável, visto que os pigmentos mais comuns são produzidos com metais potencialmente tóxicos. Para haver uma reflexão mais interessante o docente pode lançar o seguinte questionamento: “Será possível obter pigmentos a partir de plantas?”.

Uma sugestão de material que pode despertar a curiosidade e o interesse do aluno pelo assunto relacionado a toxicidade dos metais é a notícia sobre um grafiteiro muito conhecido entre os jovens, Eduardo Kobra, que sofreu intoxicação por metais pesados, devido ao excesso de inalação das tintas que utilizava para produzir sua arte. Pode-se fazer também um embasamento histórico mostrando que Candido Portinari morreu devido a esse mesmo problema. (Marthe, 2017)

Feita a problematização em relação a todos os aspectos relacionados à poluição e toxicidade dos metais, chega a hora de introduzir a temática de forma mais clara e objetiva. Após fazer todos os questionamentos e ouvir as respostas dos estudantes, o docente irá propor a produção de uma tinta mais sustentável, utilizando pigmentos naturais. No entanto, antes de propor essa prática, alguns temas importantes devem ser discutidos previamente.

Um dos temas que deve ser abordado após a discussão sobre tintas e pigmentos é sobre o Cerrado brasileiro. Como uma das abordagens dessa proposta é a valorização do Cerrado e o destaque da importância do seu estudo, o docente deve trazer aos alunos aspectos que mostrem a riqueza desse bioma. Deve ser apresentado dados sobre seu desmatamento e principalmente sobre sua flora e vegetação. Podem ser sugeridos a leitura de notícias como por exemplo, o fato que foi divulgado recentemente pelo Ministério do Meio Ambiente sobre as taxas de desmatamento do Cerrado estarem aumentando pelo 4º ano consecutivo e também sobre a criação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado).

Em seguida, deve ser abordado o conceito de pigmentos naturais, para que assim, os estudantes possam de fato compreender que é possível produzir uma tinta mais ecológica com a utilização de materiais encontrados na natureza. Durante essa discussão, é interessante apresentar aspectos históricos envolvidos na utilização de pigmentos naturais como pinturas rupestres e pinturas corporais indígenas.

Após fazer a abordagem detalhada sobre o Cerrado brasileiro e pigmentos naturais, o docente finalmente irá propor uma prática aos estudantes, que será a produção de uma tinta aquarela utilizando pigmentos naturais de alguma espécie botânica encontrada no Cerrado brasileiro. A partir desse momento, o objetivo é que o estudante consiga correlacionar todos os temas que foram propostos até então.

Após propor essa prática aos estudantes, o docente deve apresentar quais são as espécies botânicas presentes no Cerrado brasileiro, no entanto, antes dessa parte, ele pode trazer para o momento, conhecimentos que os alunos já possuem a respeito dessas espécies. Pode ser questionado aos estudantes, quais plantas do Cerrado eles conhecem e abrir um debate a respeito. Em seguida, o docente deve mostrar todas as espécies, inclusive as que foram citadas pelos estudantes e dar destaque aquelas que possuem um alto poder de pigmentação (tabela 1), ou seja, que possa ser extraído algum corante específico para a produção de tintas. Deve ser abordado o conceito de grupos cromógenos e podem ser citados alguns exemplos mais comuns como o corante do açafraão ou o urucum.

Após fazer a análise de algumas espécies de plantas, o docente junto com a turma irá eleger alguma dessas espécies para ser utilizada na extração do pigmento e produção da tinta. Para essa proposta, a planta escolhida é o Jatobá, e cabe ao docente apresentar todos os aspectos dessa espécie e o motivo dela ser uma opção favorável para a extração de pigmentos. Para tornar essa prática ainda mais estimulante, é interessante que seja levado para sala de aula o jatobá inteiro, onde seja possível ser mostrado todas as partes da planta e questionar os estudantes sobre quais as possíveis cores que serão obtidas.

5.2.2 Segundo momento - Experimentação: Produção da Tinta

A Química é conhecida por ser uma ciência geralmente experimental, no entanto, por falta de estrutura em grande parte das instituições de Ensino Básico, a experimentação acaba ficando em segundo plano ou até mesmo inexistente. A importância da experimentação está diretamente ligada ao entendimento e ao interesse do aluno por determinado fenômeno. Desenvolver um experimento desperta no aluno um grande interesse pelo tema e proporciona uma possibilidade de investigação acerca de algum assunto. Algumas pesquisas da área educacional mostram que as aulas com alguma demonstração científica despertam no aluno maiores interesses na busca pela explicação dos fenômenos apresentados. Neves e Silva (2006) reconhecem que a realização de atividades experimentais pode ser um recurso útil para motivar a aprendizagem, aprender procedimentos e conceitos, além de favorecer atitudes positivas em relação à Ciência. Portanto, com o objetivo de produzir tintas naturais, os estudantes podem apresentar um certo entusiasmo pelo tema, pois, além de ser algo não muito abordado no Ensino Básico, é um tema que cabe inúmeras reflexões e possibilidades de estudos mais aprofundados posteriormente.

Campanário (2002) faz uma classificação das atividades experimentais que podem ser utilizadas no Ensino Básico, são elas: demonstrações práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos. A proposta a seguir faz uma mesclagem entre experimento ilustrativo e investigativo,

onde os estudantes podem executar o experimento de produção da tinta, além de fazer uma investigação acerca dos fenômenos envolvidos.

A proposta do momento 2 terá como objetivos básicos:

- Apresentar todo o procedimento experimental que será realizado, fornecendo as devidas instruções.
- Execução do experimento: extração do pigmento, produção da laca de pigmentos naturais e produção da tinta aquarela.

Após fazer a introdução ao tema e abordar todos os tópicos relacionados à produção de tintas naturais, o docente irá começar um trabalho prático com os estudantes, que consiste na produção da tinta. O procedimento experimental deve ser dividido em três partes: extração do pigmento, produção da laca de jatobá e produção da tinta aquarela.

Explicando o Procedimento: O docente deverá entregar aos estudantes um roteiro experimental (APÊNDICE A), no qual estará descrito detalhadamente todos os processos que serão desenvolvidos. O roteiro pode ser adaptado, ajustando-se à realidade de cada instituição de ensino. Apesar dos procedimentos serem realizados utilizando utensílios domésticos, é interessante frisar aos estudantes a importância do uso de EPI 's e os cuidados que devem ser tomados ao manipular reagentes químicos.

Primeira Etapa - Extração do Pigmento: Cientes sobre as etapas que serão desenvolvidas, nas aulas seguintes, os alunos irão se dividir em grupos, onde cada um desses grupos ficará responsável pela extração do pigmento de alguma parte da Planta (Tronco, Casca e Fruto). Seguindo detalhadamente cada passo descrito do roteiro, eles irão desenvolver a primeira etapa do roteiro que é extrair o corante de cada parte da planta utilizando água quente. No decorrer de todo o experimento, o docente deve orientar os alunos para que eles façam anotações sobre tudo que foi observado.

Segunda Etapa - Produção da Laca: Após a extração do corante, os estudantes irão produzir a laca, seguindo as instruções do roteiro. Deve ser orientado pelo docente, todos os cuidados básicos para que não haja empecilhos no decorrer do

procedimento, sempre ressaltando a importância de registrar todos os fenômenos observados.

Terceira Etapa - Preparo da Tinta Aquarela: Após o preparo da Laca utilizando os pigmentos extraídos do Jatobá, a próxima etapa é o preparo da Aquarela, seguindo o passo a passo apresentado no roteiro. Nessa etapa, será necessário que os alunos desenvolvam alguns cálculos antes de preparar a mistura. A quantidade de goma arábica, mel e glicerina utilizados irá depender da quantidade de laca de pigmentos que foi obtida. Visto que o rendimento da reação será diferenciado para cada parte da planta, cada grupo irá desenvolver seus cálculos com o auxílio do professor. A partir dos resultados obtidos, cada grupo irá preparar a mistura e produzir a tinta aquarela com os seus respectivos pigmentos. Após a evaporação do solvente, é importante registrar o e a massa de tinta obtida e propor que os estudantes façam testes de qualidade da tinta produzida, fazendo a sua utilização para pinturas, desenhos ou qualquer outra expressão artística possível.

5.2.3 Terceiro momento: Investigação

Após a aplicação e o desenvolvimento de todos os processos, começará um trabalho de investigação dos fenômenos envolvidos em torno do que ocorreu durante a produção da laca e da tinta aquarela. A metodologia desta etapa consiste em fazer com que os alunos desenvolvam uma pesquisa acerca dos assuntos contextualizados com a produção das tintas aquarelas, como forma de revisão de alguns temas da Química trabalhados durante o Ensino Médio.

Pesquisa e Questionário: Assim que a tinta aquarela de todos os grupos estiver pronta, no encontro seguinte, o docente deve orientar os estudantes a começar um trabalho de investigação acerca do fenômenos químicos que ocorreram no decorrer de todo o processo desenvolvido.

Sobre o preparo da laca, alguns questionamentos que podem ser fornecidos para auxiliá-los na pesquisa:

1. Qual a função do Carbonato de Sódio no preparo da Solução?

2. Qual a função do Sulfato de Alumínio no preparo da Solução?
3. Quanto de pigmento foi obtido e qual o rendimento da reação?
4. Quais os métodos de separação de misturas que foram utilizados para separar o extrato do resíduo e o precipitado do sobrenadante?
5. Qual a composição das Lacas de Pigmentos obtidas?
6. Porque a casca de Jatobá teve que ser triturada antes de fazer a extração do pigmento?
7. Quais os possíveis grupos cromóforos presentes no pigmento extraído?
8. Por que a precipitação do pigmento só ocorre em meio básico?

Questionamentos sobre o preparo da aquarela:

1. Como ocorre o processo de secagem da tinta?
2. Qual a função da goma arábica, do mel e da glicerina do preparo da tinta?
3. Por que é essencial que a laca esteja pulverizada para o preparo da tinta?
4. A partir da quantidade de pigmento obtido, qual a quantidade de insumos que foi utilizada no preparo da aquarela?

Além desses questionamentos baseados em conceitos da Química, é interessante que o docente faça um trabalho de interdisciplinaridade e entregue aos estudantes outras perguntas que englobam a contextualização da produção das tintas com outras disciplinas do ciclo básico de Ensino:

1. **Física:** Qual a coloração característica de cada pigmento obtido e seu comprimento de onda?
2. **Arte:** Como são classificadas as cores obtidas de cada pigmento?

Para responder a esses questionamentos, os estudantes deverão desenvolver uma pesquisa na busca de respostas e conceitos. Essa pesquisa pode ser realizada utilizando-se de livros, sites, ou até mesmo recorrer ao docente quando a resposta não for encontrada de forma clara. Cabe ressaltar que o professor é um facilitador da aprendizagem, capaz de identificar a dificuldade dos alunos e de desenvolver no estudante uma confiança nos estudos. Portanto, ao propor uma pesquisa, a ideia inicial é que o aluno desenvolva a capacidade de autonomia, autoconfiança e capacidade de análise.

5.2.4 Quarto momento: Organização do Conhecimento

O momento pedagógico denominado como “Organização do Conhecimento” é a etapa onde o conteúdo problematizado inicialmente é entendido de forma clara através da explicação do docente sobre toda a teoria envolvida. É onde são aprofundadas as definições, os conceitos e as leis que envolvem a temática que está sendo trabalhada. Geralmente, essa etapa é concretizada através de aulas expositivas, onde o docente irá preparar e sistematizar todo o desenvolvimento da aprendizagem, podendo sugerir atividades e leituras conforme a organização previamente planejada. (Delizoicov,1992)

Para Vygotsky (1998), o papel do professor é o de ser um mediador no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, e alguém que motiva o aluno para a construção de seu próprio aprendizado e de seu ser. Portanto, uma das funções do educador é de articular a construção do conhecimento e facilitar o entendimento do aluno diante de várias informações que são ofertadas. Buscando sempre organizar uma lógica didática e coerente para que o estudante consiga compreender de forma clara e objetiva os assuntos abordados.

O quarto momento pedagógico irá propor que o docente faça um trabalho de revisão e organização do conhecimento diante de tudo que foi trabalhado até então. A proposta desse momento é a execução de aulas expositivas acerca dos conteúdos contextualizados na produção das tintas aquarelas. E para que o conhecimento seja ministrado de forma lógica e organizada, serão sugeridos planos de aula referentes aos conteúdos propostos (APÊNDICE B).

Objetivos:

- Compreensão sobre todos os assuntos contextualizados na produção da tinta;
- Analisar junto aos estudantes, as respostas obtidas por eles na etapa de investigação.

Organização: Quatro aulas expositivas de revisão abordando conceitos contextualizados da Química com a produção das tintas aquarelas organizadas de acordo com o tabela 5:

Tabela 5: Proposta de organização das aulas expositivas de revisão

	Tema	Tópicos abordados	Contexto Analisado
Aula 1	Substâncias e Misturas	Classificação das substâncias Classificação das misturas Métodos de separação de misturas	Extração do corante e separação dos componentes envolvidos na mistura
Aula 2	Soluções	Solubilidade Efeito do pH na solubilidade Reação de Precipitação	Precipitação do corante
Aula 3	Cálculos Químicos	Rendimento da reação Preparo de soluções	Preparo da tinta aquarela
Aula 4	Química Orgânica	Polímeros Funções Orgânicas	Cura da tinta e Cromóforos

Fonte: autoria própria.

5.2.5 Quinto Momento: Avaliação

De acordo com a BNCC (2017), a avaliação tem como objetivo fazer a análise global e integral do estudante. Sua função principal é analisar o quanto do assunto trabalhado em sala de aula foi absorvido pelos estudantes. Para desenvolver uma

avaliação, um dos métodos que podem ser aplicados é o de avaliação formativa, onde o professor faz a análise do desempenho do aluno ao longo do processo educativo por meio de testes, que podem ser provas, seminários, autoavaliação, entre outros. No entanto, cada docente pode fazer uma análise geral de sua turma e decidir qual tipo de avaliação seria a mais adequada.

Tratando-se de uma avaliação voltada para o 3º ano do Ensino Médio, a proposta a seguir foi desenvolvida de acordo com o modelo de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), onde é testado o desempenho dos alunos que estão concluindo o Ensino Médio. Nessa avaliação, as questões de Ciências da Natureza geralmente são contextualizadas com assuntos do cotidiano e muitos itens também envolvem conceitos de mais de uma disciplina. Portanto, com o objetivo de avaliar se todo o processo de produção das Tintas Aquarelas foi efetivo no aprendizado dos estudantes, esse tipo de avaliação pode ser favorável.

Objetivos de avaliação

- Analisar o conhecimento do estudante sobre toda a temática desenvolvida;

Descrição da Proposta de Avaliação: Avaliação dividida em 4 blocos de questões com 5 itens de cada disciplina. Cada disciplina irá abordar temas contextualizados com a temática trabalhada. Todas as questões de química irão contemplar um tema das aulas de revisão. O docente de cada disciplina pode fazer a criação de suas próprias questões. No Apêndice C, estão algumas questões de química, que podem ser aplicadas na avaliação. São questões criadas a partir de contextos da temática desenvolvida.

Além da resolução de exercícios para testar o conhecimento adquirido, o docente pode propor uma avaliação artística, onde os estudantes possam utilizar as tintas produzidas para criar alguma pintura com o objetivo de trabalhar a criatividade e fazer testes para comprovar a qualidade do material.

6 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho forneceu significativos resultados diante das possibilidades que foram cogitadas inicialmente. Foi possível produzir pigmentos com a espécie de jatobá-da-mata e também produzir tintas aquarelas a partir desse pigmento, no entanto, houve uma discrepância considerável no rendimento obtido de cada parte da planta. O rendimento da casca foi cerca de 15 % maior comparado ao fruto e ao tronco.

A partir das observações feitas, foi possível distinguir as tonalidades de cores obtidas de cada parte do Jatobá. Da casca foi obtido um marrom sépia, do fruto, um verde oliva e do tronco um vermelho ferrugem. Cabe ressaltar que, a olho nú, não é possível distinguir com precisão qual a cor específica de cada pigmento e seu comprimento de onda exato. Para isso, é necessária uma análise utilizando a colorimetria, onde será avaliada a matriz, intensidade e saturação das cores a serem estudadas.

Em relação à tinta produzida, após seu uso, foi possível notar a ocorrência do processo de cura e formação da película, devido a utilização da goma arábica que apresenta polímeros em sua composição. Analisando projetos futuros em relação a essa formulação, seria interessante o desenvolvimento da caracterização dessa tinta e testes para o seu controle de qualidade, com o objetivo de aprimorar ainda mais essa técnica de produção. Também é interessante, a possibilidade de aplicar esse mesmo processo para outras espécies botânicas do Cerrado, fazendo uma análise mais abrangente a respeito do tema.

O desenvolvimento da proposta de aplicação didática teve como um de seus objetivos, motivar o uso de estratégias didáticas diferenciadas, para assim, fomentar a curiosidade dos estudantes. Como futuro docente de Química, espero colocar em prática essa proposta e com isso, conseguir despertar em meus alunos, a criatividade, o incentivo à sustentabilidade, o senso crítico e a capacidade de análise e raciocínio. Espero também, que outros docentes se sintam motivados a aplicar essa proposta em seu trabalho.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, A; AZEVEDO, K; MARÇAL, A; SILVA, S.O.; SANTOS, F.C.C; CAMPOS. CA.A; ALMEIDA, M.C; MELO, T. **Guia de boas práticas para extração da seiva de jatobá (Hymenaea courbaril L.)**. Rio Branco: IPAM/USAID, 2011. 35 p.

BERMOND, Jhon; **Apostila intuitiva de pigmentos naturais**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Arte da Terra, 2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016].

BRAUN, Júlia. **Como destruição do Cerrado é ofuscada por 'prioridade' à Amazônia**. BBC News Brasil. Londres, 20 de setembro de 2023. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cjkzpk1e77o>>.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa, D. et al. **Ensino de física (Coleção Ideias em Ação)**. Disponível em: Minha Biblioteca, Cengage Learning Brasil, 2018.

CHISTÉ, Renan. **Pigmentos Naturais: Potenciais Fontes e Efeitos Benéficos**. Com Ciência, 2020. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/pigmentos-naturais-potenciais-fontes-e-efeitos-beneficos/>>.

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

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas ciência e tecnologia**. Disponível em: Minha Biblioteca, (4th edição). Editora Blucher, 2009.

FERREIRA, Ana Paula. **Cores do Cerrado: Conhecimento tradicional Kalunga sobre corantes naturais**. Orientadora: Cristiana Barreto. TCC (Graduação) – Curso de Ciências ambientais, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30495/1/2019_AnaPaulaJulioFerreira_tcc.pdf>.

GARDAS, J. B.; SILVA, Isabel. 2015. **Interdisciplinaridade no Contexto Educacional**. Mato Grosso, 10 p.

GOLDHABER, S. B. (2003). **Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity**. Regulatory Toxicology and Pharmacology

HOFFMAN, Therese. **Materiais em Arte: Manual para manufatura e prática**. Brasília: Therese Hoffman, 2007.

LIMA, H.C.; PINTO, R.B. **Hymenaea in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: . Acesso em: 25 Set. 2023.

MAGRI, Carina. **Planejamento Educacional no Ensino Superior**. Disponível em: Minha Biblioteca, Cengage Learning Brasil, 2015.

MARTHE, Marcelo. **O desbravador dos paredões**. Revista Veja, 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/revista-veja/o-desbravador-dos-paredoes>>.

MARTINS, Guilherme. **Plantas do cerrado são utilizadas em customização de roupas**. Jornal UFG. Goiânia - GO, 10 de maio de 2023. Disponível em: <<https://jornal.ufg.br/n/169481-plantas-do-cerrado-sao-utilizadas-em-customizacao-d-e-roupas>>

MEDEIROS, J. D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília – DF, 2011.

NASCIMENTO, D.; RIBEIRO, S. **Biomass Brasileiros e Defesa da Vida**. Goiânia: Editora Kleys, 2017.

NGUYEN, H. L; BECHTOLD, Thomas. **Thermal stability of natural dye lakes from Canadian Goldenrod and onion peel as sustainable pigments**. Journal of Cleaner Production. Elsevier. Dornbirn. p 10. 2021.

ONGARATTO, G. **Carmim de Cochonilha adsorvido em hidroxissal lamelar de zinco com estabilidade aprimorada para aplicação em produtos cárneos cozidos**. Tese de Mestrado em Tecnologia De Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, p.52, 2021.

OXITENO, e Silmar Barrios. **Manual descomplicado de tecnologia de tintas : um guia rápido e prático para formulação de tintas e emulsões**. Disponível em: Minha Biblioteca, Editora Blucher, 2017.

PESSIS, Anne-Marie. **Imagens da Pré-história. Parque Nacional Serra da Capivara**. 1ª edição. São Paulo: A&A Comunicação, 2003.

PETSON, Vone. **Artistas desenvolvem tintas gráficas a partir de elementos do cerrado**. Visual Galeria. Palmas - TO, 17 de Abril de 2022. Disponível em: <<https://www.casavisualgaleria.com/post/artistas-desenvolvem-tintas-gr%C3%A1ficas-a-partir-de-elementos-do-cerrado>>.

Pigmentos e cores foram assuntos de live do CRQ IV. Conselho Federal de Química, 2022. Disponível em: <<https://cfq.org.br/noticia/pigmentos-e-cores-foram-assuntos-de-live-do-crq-iv/>>. Acesso em: 01/09/2023.

PIPPAL. Jyotisna. **Understanding the Chemistry of Plant Pigments.** Lost in Colours, 2022. Disponível em: <<https://www.lostincolours.com/>>.

SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora.** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

SANTOS, W.L.P.; Schnetzler, R.P. 2010. **Educação em Química: compromisso com a cidadania.** 4 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, p 160.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloísio (Orgs). **Ensino de Química em Foco.** Ijuí: Unijuí, 2010. 368 p.

SAVIANI, Dermeval. **A Nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas.** Imprensa: Campinas, Autores Associados, 1999.

SOUZA, R.M. **Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/Rosilane%20Moreth%20de%20Souza.pdf> Acesso em 10/10/2020.

SUAREZ, P.A.Z. **As Formulações de Tintas Expressivas Através da História.** Revista Virtual de Química, Brasília, volume 4, N°1, p. 2 - 12, março, 2012. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/248>>. Acesso em: 20/09/2023.

Tinta aquarela: origem, pigmentos, categorias e tipos. GRAFITTI, 2018. Disponível em: <<https://blog.grafittiartes.com.br/tinta-aquarela-origem-pigmentos/>>. Acesso em: 30/08/2023.

TROPICAL legumes: resources for the future. Washington: National Academy of Sciences, 1979.

UREL, David Everton. 2022. **Paulo Freire e os três momentos pedagógicos.** Scientia Naturalis. Porto Seguro - BA, 11 p.

VALE. A.T.; COSTA, A.F, GONÇALVES, J,C; NOGUEIRA, M. **Relações entre densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado.** Revista Árvore, 2001.

WINKLER, J. **Dispersing Pigments and Fillers.** Vincentz Network, 2012.

ZABALA. A. (1998). **A prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed.

ZENO, W., WICKS, J. F. **Organic Coatings: Science and Technology**. John Wiley & Sons, 2007.

APÊNDICE A — ROTEIRO EXPERIMENTAL

PRODUÇÃO DA LACA DE PIGMENTOS DO JATOBÁ

MATERIAIS	REAGENTES
Fogão	Sulfato de Alumínio
Colher de pau	Sulfato de Ferro
Panela	Carbonato de sódio
Tecido e peneira	Casca de Jatobá
Espátula	Fruto do Jatobá
Balança	Tronco do Jatobá
Recipientes para armazenamento	
Béquer de 1L	

Procedimento Experimental

1° Parte: Extração do Pigmento

- 1) Pesar 100 g da casca de Jatobá triturada;
- 2) Com o auxílio de um béquer, adicionar 1 litro de água destilada em uma panela e aquecer num fogareiro;
- 3) Aquecer a água até atingir 100°C e em seguida adicionar a casca de Jatobá pesada;
- 4) Com o auxílio de uma colher de pau, ir mexendo a mistura cuidadosamente;
- 5) Deixar no aquecimento por volta de 5 a 10 minutos até a coloração da água mudar completamente e o máximo de pigmento ser extraído;
- 6) Retirar do aquecimento e aguardar alguns minutos até a mistura amornar;
- 7) Com o auxílio de uma peneira, separar o extrato do resíduo;

2° Parte: Precipitação do Pigmento

- 1) Colocar o extrato obtido em um béquer ou recipiente de vidro;
- 2) Adicionar na solução, 10 g de sulfato de alumínio e homogeneizar;
- 3) Em seguida adicionar 5 g de carbonato de sódio e homogeneizar;
- 4) Aguardar em torno de 2 horas até o pigmento decantar;

3° Parte: Obtenção da Laca e secagem

- 1) Com o auxílio de uma concha, retirar o excesso de água incolor da superfície;
- 2) Com um tecido branco, filtrar o pigmento decantado da solução e armazenar num recipiente para secagem;
- 3) Secar numa estufa com uma temperatura de 60°C por aproximadamente 20 minutos ou até toda a água evaporar;

PRODUÇÃO DA TINTA AQUARELA

REAGENTES	Materiais
Goma Arábica	Almofariz e Pistilo
Glicerina	Potinhos para armazenamento
Mel	
Laca do pigmento extraído do Jatobá	

Fórmula do Preparo:

- Aglutinante - 30 mL de Goma Arábica dissolvida na proporção (1/5)
- 15 g de pigmento em pó
- 5 mL de mel
- 10 mL de Glicerina

Procedimento:

1° Pese a quantidade de laca obtida pelo seu grupo e em seguida desenvolva os cálculos para saber quanto será utilizado de cada reagente;

2° Após o cálculos, dissolva a quantidade de goma arábica necessário em água e adicione num cadinho de porcelana;

3° Em seguida, adicione as quantidades necessárias de mel e glicerina na mistura;

4° Adicione o pigmento aos poucos e vá mexendo bem com o auxílio de um pistilo;

5° Armazene a mistura num potinho de plástico e deixe a água evaporar.

APÊNDICE B — ROTEIROS DAS AULAS

Plano de aula de Química - 3º ano do Ensino médio	
Tema	Substâncias e Misturas - Revisão (Aula 1)
Objetivo geral	Os alunos devem ser capazes de diferenciar elementos, compostos, substâncias e misturas, também identificar, classificar e nomear os tipos de substâncias e misturas. E saber identificar os diferentes métodos de separação de misturas contextualizando com o procedimento experimental que foi desenvolvido.
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Classificar corretamente as substâncias em simples e compostas; 2. Classificar corretamente as misturas em homogêneas e heterogêneas; 3. Reconhecer e saber distinguir os diferentes métodos de separação de misturas; 4. Conseguir identificar quais foram os métodos de separação utilizados na produção da laca.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> · Substâncias · Misturas · Métodos de separação de misturas homogêneas · Métodos de separação de misturas heterogêneas
Duração	90 minutos
Recursos didáticos	1. Data show e quadro; 2. material complementar (recursos visuais em PowerPoint);

Metodologia	<p>1. Aula expositiva revisando os conceitos importantes relacionados às substâncias e misturas. 2. Contextualizar o que foi ensinado com a produção da laca de pigmentos naturais, mostrando quais foram os métodos de separação de misturas utilizados no preparo: Extração, precipitação, filtração e evaporação.</p>
--------------------	--

Plano de aula de Química - 3º ano do Ensino médio

Tema	Soluções - Revisão (Aula 2)
Objetivo geral	Compreender o conceito de solução e saber identificar seus componentes e suas propriedades. Analisar exemplos do cotidiano e contextualizar com as soluções que foram utilizadas na produção da tinta aquarela.
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar os componentes de uma solução: soluto e solvente; 2. Compreender o que é solubilidade e classificar as soluções em saturadas e insaturadas; 3. Compreender como o pH influencia na solubilidade; 4. Entender como ocorre a precipitação de uma solução;
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> · Soluções · Solubilidade · Efeito do pH na solubilidade · Reação de precipitação
Duração	90 minutos
Recursos didáticos	1. Data show e quadro e pincel; 2. material complementar (recursos visuais em PowerPoint);

Metodologia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aula expositiva revisando os conceitos importantes relacionados a soluções; 2. Contextualizar o que foi ensinado com a produção da laca de pigmentos naturais mostrando quais foram as soluções utilizadas no preparo. Mostrar a natureza dos reagentes utilizados e a função específica de cada um.
--------------------	--

Plano de aula de Química - 3º ano do Ensino médio

Tema	Cálculos Químicos - Revisão (Aula 3)
Objetivo geral	Os alunos devem ser capazes de realizar cálculos referentes ao rendimento das reações e ao preparo de soluções e misturas. Contextualizar com as soluções e misturas que foram preparadas na produção da tinta aquarela.
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saber desenvolver os cálculo do rendimento das reações; 2. Saber desenvolver os cálculo da proporção de soluto e solvente para o preparo de soluções;
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> · Rendimento das reações · Preparo de soluções
Duração	90 minutos
Recursos didáticos	1. Quadro e pincel; 2. material complementar (recursos visuais em PowerPoint);
Metodologia	1. Aula expositiva revisando os conceitos importantes relacionados aos cálculos de rendimento das reações e preparo de soluções apresentando todas as fórmulas necessárias.

	<p>2. Contextualizar o que foi ensinado com o preparo da tinta aquarela, mostrando os cálculos que foram feitos para saber a quantidade de insumos utilizados a partir da quantidade de pigmento obtido.</p>
--	---

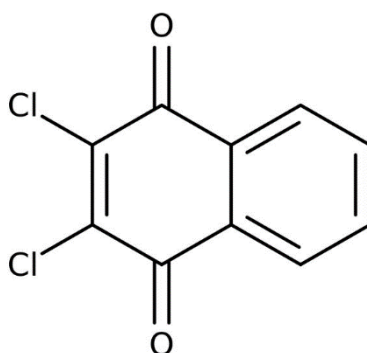
Plano de aula de Química - 3º ano do Ensino médio

Tema	Química Orgânica - Revisão (Aula 4)
Objetivo geral	Compreender as propriedades gerais dos polímeros e saber identificar as funções orgânicas. Contextualizar esse tema com a produção das tintas aquarelas.
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar as diferentes funções orgânicas e suas propriedades; 2. Classificar os polímeros de acordo com sua origem, estrutura e propriedades. 3. Discutir os processos de obtenção de polímeros, incluindo polimerização por adição e por condensação.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> · Funções orgânicas · Polímeros
Duração	90 minutos
Recursos didáticos	1. Data show e quadro; 2. material complementar (recursos visuais em PowerPoint);
Metodologia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aula expositiva revisando os conceitos importantes relacionados às funções orgânicas e polímeros. 2. Contextualizar o que foi ensinado com a produção da laca de pigmentos naturais e as tintas aquarelas mostrando as moléculas orgânicas que podem ser os possíveis cromóforos obtidos e a reação de cura da tinta a partir da polimerização.

APÊNDICE C — SUGESTÃO DE QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO

1 - Um Químico, preocupado com a toxicidade emitida pela indústria de tintas, resolveu desenvolver uma tinta à base de pigmentos naturais. A ideia dele é extrair o pigmento(cor) de alguma espécie botânica para assim, formular a nova tinta. A planta escolhida por ele foi o Jatobá, espécie nativa do cerrado.

Após a extração do pigmento da planta, ele observou a obtenção da coloração marrom. A cor característica de cada espécie se dá pelo grupo cromóforo de cada composto. A naftoquinona é um dos cromóforos responsáveis pela coloração marrom.



Estrutura da Naftoquinona

Analisando a estrutura da naftoquinona, indique sua fórmula molecular e todas as funções orgânicas presentes nessa molécula.

2 - Pigmentos naturais são substâncias extraídas de materiais encontrados na natureza responsáveis por promover coloração a uma tinta e podem ser obtidos de diversas formas como: maceração, precipitação e cocção. A “Laca” é um tipo de pigmento que é feito pela precipitação de um corante com um aglutinante inerte, geralmente um sal metálico.

Para o seu preparo é necessário a adição do sal metálico no corante que foi captado do material, e em seguida a adição de um sal com propriedades alcalinizantes. Com isso, ocorre a precipitação do corante. O precipitado é separado da parte líquida da mistura e em seguida secado em estufa e macerado para posteriormente ser utilizado no preparo de tintas.

Sobre o processo de preparação da laca que foi descrito, indique quais os métodos de separação de misturas que foram utilizados.

3 - Um artista resolveu preparar tintas aquarelas para desenvolver uma pintura. Ele precisa de 3 cores: Marrom, verde e vermelho. Os insumos utilizados no preparo da aquarela são: Pigmentos, goma arábica, glicerina, mel e água na proporção descrita a seguir:

- Goma Arábica dissolvida na proporção (1/5)
- 15 g de pigmento em pó
- 5 mL de mel
- 10 mL de Glicerina

Supondo que ele obtém 10,0 g de pigmento marrom, 5,0 g de pigmento verde e 3,0 g de pigmento vermelho, calcule o volume em mL de goma arábica, mel e glicerina necessários para o preparo das tintas aquarelas referentes a cada cor.