



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIA EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL
LICENCIATURA EM QUÍMICA

THIAGO TAVARES DE SOUZA

**A HISTÓRIA DE PERNAMBUCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE
QUÍMICA: PAU-BRASIL E ALGODÃO**

Recife
2022

THIAGO TAVARES DE SOUZA

**A HISTÓRIA DE PERNAMBUCO COMO TEMA GERADOR PARA O ENSINO DE
QUÍMICA: PAU-BRASIL E ALGODÃO**

Trabalho de conclusão da disciplina TCC,
do curso Licenciatura em Química, na
Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Ricardo Oliveira da Silva

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, Thiago Tavares de.

A História de Pernambuco Como Tema Gerador Para o Ensino de Química:
Pau-brasil e Algodão / Thiago Tavares de Souza. - Recife, 2022.
37 : il., tab.

Orientador(a): Ricardo Oliveira da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Química - Licenciatura,
2022.

Inclui referências, apêndices.

1. História de Pernambuco. 2. Brasilina. 3. Mauveína. 4. Multidisciplinar. 5.
Ensino de Química. I. Silva, Ricardo Oliveira da. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado discernimento para ter paciência e constância, perante as dificuldades que a mim foram impostas; quanto pela família, quanto pela as pessoas ao meu redor. E, também, pelos livramentos durante todo percurso de casa até a universidade. Pela paciência com as pessoas doentes na minha família, que dependem de mim para todos os afazeres domésticos e de saúde. Ao meu pai que, apesar de todos os fatos acontecidos na nossa família, nunca nos deixou desamparados, sempre fez o que pôde, nas condições que lhe eram dada, (apesar de não serem direcionados a minha educação superior, foram para de suma importância para chegar até esse momento). Agradeço a todos meus professores/as da universidade e das escolas na qual fiz parte tanto como a aluno quanto estagiário. Sendo meus agradecimentos, especialmente, ao meu professor, e orientador, Ricardo Oliveira por ele ter me dado a possibilidade, de última hora, para execução desse trabalho e, também, mas não menos importante, ter me mostrado o quão importante é sermos humanos em tudo que fizermos.

RESUMO

Neste trabalho, utilizamos parte da história de Pernambuco, como tema gerador, para o ensino da química. Em particular, utilizamos dois momentos históricos, marcantes do Brasil Colonial que são a exploração do Pau-Brasil e do algodão e, as estruturas químicas das substâncias brasileína e brasilina extraídas da madeira do Pau-Brasil. Explorando e associando os aspectos físico-químicos dessas substâncias com os corantes alimentícios e a indústria de roupas. Conectando a cor avermelhada da substância química, brasileína, sua interação com a radiação visível e sua aderência em tecidos de algodão, utilizando-as para construção de uma proposta de intervenção pedagógica, uma sequência didática, objetivando alcançar uma aprendizagem significativa, conforme definição de Ausubel, de conceitos químicos associados à estrutura das substâncias, equilíbrio químico, interação da radiação eletromagnética com a matéria, pH, entre outros.

Palavras-chave: História de Pernambuco, Brasilina, Mauveína, Multidisciplinar, Ensino de Química.

ABSTRACT

In this work, we used part of the history of Pernambuco like a generating theme for chemistry teaching. In special, we used two important historical moments of Colonial Brazil, which are the exploration of brazilwood and cotton. We used the chemical structures of the substances brasilein and brasilin that are extracted from the brazilwood to explore and associate the physicochemical aspects these substances with dyes employed at food and clothing industries. We did explore the reddish color of the brasilein chemical, as well as its interaction with visible radiation and its adherence to cotton cloth to build a pedagogical intervention proposal aiming significant learning of chemical concepts associated with the structure of substances, chemistry equilibrium, interaction of electromagnetic radiation with matter, pH, among others.

Keywords: History of Pernambuco, brasilin, Mauveína, Multidisciplinary, Chemistry Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.0 Conversão da Brasilina (a esquerda) em Brasileína (a direita) do equilíbrio, em função da mudança de pH do meio.....	12
Figura 2.0 Equilíbrio ácido-base Brasilina (BRedHn) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “red” representa as formas reduzidas.....	13
Figura 3.0 Equilíbrio ácido-base Brasileína (BoxHn) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “ox” representa as formas oxidadas.....	13
Figura 4.0 Reação de dimerização oxidativa da alil-toluidina (C ₁₀ H ₁₃ N) com dicromato de potássio (K ₂ CrO ₇), na primeira tentativa de síntese da quinina.....	15
Figura 5.0 Substâncias encontradas no corante mauveína.....	16
Figura 6.0 Pedaco da madeira Pau-Brasil.....	26
Figura 7.0 Solução contendo o extrato etanólico do farelo de Pau-Brasil.....	28
Figura 8.0 Cubetas contendo a amostra e o solvente (para o branco), bem como a solução da base e amostra (antes da adição de NaOH).....	28
Figura 9.0 Espectros UV/Vis do extrato etanólico do Pau-Brasil em função da adição de solução de NaOH. AM1 (amostra sem adição de NaOH) até AM6 (adição de 50 µL de solução de NaOH).....	29
Figura 10.0 Expansão dos espectros UV/Vis, na região de absorção da brasileína, do extrato etanólico do Pau-Brasil em função da adição de solução de NaOH. AM1 (amostra sem adição de NaOH) até AM6 (adição de 50 µL de solução de NaOH).....	29

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1) Pau-Brasil	10
2.1.1) Importância na história de Pernambuco.....	10
2.1.2) Preparo da solução avermelhada no Brasil-Colônia.....	11
2.1.3) Método atual de obtenção da brasileína e da pedra-ume.....	11
2.1.4) Caráter científico atual - Pau-Brasil.	12
2.1.4.1) Características físico-químicas da brasilina e da brasileína, sua conversão e sua relação com as cores.	12
Figura 1. Conversão da Brasilina (à esquerda) em Brasileína (à direita) do equilíbrio, em função da mudança de pH do meio.....	12
Figura 2. Equilíbrio ácido-base Brasilina ($B_{Red}H_n$) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “red” representa as formas reduzidas.	13
Figura 3. Equilíbrio ácido-base Brasileína ($B_{ox}H_n$) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “ox” representa as formas oxidadas.	13
2.2) Algodão.	14
2.2.1) Importância para a história de Pernambuco.....	14
2.2.2) Caráter científico atual - Algodão.....	14
2.2.2.1) O preparo atual do algodão para indústria têxtil.	14
2.3) Corantes e a Química das Cores	15
2.3.1) O primeiro corante sintético destinado ao tingimento do algodão na indústria têxtil..	16
Figura 5. Substâncias encontradas no corante mauveína.....	16
2.3.2) A ciência das cores e as técnicas espectrométricas e, sua relação com os seres humanos.	17
2.4) Caráter pedagógico: Aprendizagem – o que é aprender?	20
3 OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo Geral	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 Sequência Didática.....	25
4.1.1) Etapa 1: Etapa de Problematização (Apêndice).	25
4.1.2) Etapa 2: Experimento	25

4.1.2.1) Materiais e substâncias	25
4.1.2.2) Procedimento Experimental	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Sequência Didática	30
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE	35
A Química das Cores e o Impacto na Vida das Pessoas – Corantes e Pigmentos	35

1 INTRODUÇÃO

Ensino e Aprendizagem são conceitos com definições independentes e, aparentemente, nos apresentam significados bastante evidentes. No âmbito escolar, quando pensamos na ação de ensinar, pensamos que alguém está aprendendo. Porém, a aplicabilidade daquilo que foi “aprendido”, nos diz muito sobre a forma como foi organizado este novo conhecimento no indivíduo. Na escola, a aprendizagem nos diferentes anos do Ensino Fundamental e Médio, está (ou deveria estar) relacionada com a vivência da realidade do aluno, explorando os diferentes processos formativos vinculados à aprendizagem. Esses processos favorecem o pensamento contextualizado, crítico e reflexivo, além de fortalecerem a relação de diálogo e o entendimento da realidade local do indivíduo.

A realidade palpável é constituída por um conjunto de acontecimentos; sejam eles recentes ou antigos. Pensando nisso, fatores históricos que influenciaram, ou influenciam, a vida cotidiana do aluno, podem trazer significados e curiosidades com potencial de servir como elemento motivador para dar início à construção de um conhecimento novo, visando formar ou modificar a estrutura cognitiva do aluno. Neste sentido, um dos acontecimentos históricos que mais marcaram o Brasil, foi a exploração do Pau-Brasil e do algodão, bem como a descoberta de uma solução obtida através da extração da madeira, que detém uma cor vermelha e provava ser útil para o tingimento de roupas feitas de algodão, que eram utilizadas naquela época. Mais adiante, dava-se início a uma produção mais extensa que culminou na industrialização de corantes e pigmentos sintéticos destinados ao tingimento de roupas feitas, em sua grande parte, de algodão. Com essa abordagem histórica, é possível criar uma sequência didática, com o objetivo de replicar a prática de tingimento de tecidos, feitas durante os séculos de exploração e produção do corante. Nessa sequência, será feito um experimento que visa produzir uma solução aquosa contendo o corante, por meio da oxidação de uma substância química, presente na solução extraída do Pau-Brasil, em outra substância química, que é a responsável pela coloração avermelhada do corante. Em seguida, será testada sua capacidade de tingir uma peça de roupa feita de algodão, comprovando, visivelmente, para os alunos, a capacidade que o corante possui em tingir tecidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1) Pau-Brasil

2.1.1) Importância na história de Pernambuco

Durante os anos de 1502 a 1506, o Brasil sofria com as constantes invasões marítimas dos portugueses à procura de jazidas de ouro, praças de comércio de especiarias e escravos. Diante disto, os portugueses descobriram, nas regiões atuais dos estados de Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco uma árvore que dela produzia uma solução de coloração avermelhada, cor de brasa, chamada de Pau-Brasil. Presente em grande parte daquelas que viriam a ser as capitanias do Norte do país, nas décadas seguintes, um dos estados que mais se destacaram pela qualidade da tinta extraída, foi a região que chamamos atualmente de Pernambuco. Para Ambrósio Fernandes Brandão, mesmo existindo em toda a parte do Brasil, o Pau-Brasil que se mostrou mais “perfeito” e valioso era os das capitanias de Pernambuco, Itamaracá e Paraíba. (Dias, 2018, p. 5)

Apesar de ser chamada de Pau-Brasil, pelos portugueses, essa madeira não foi descoberta apenas em solos brasileiros, mas também foi encontrada pelos espanhóis, nas Antilhas, atualmente na região entre o Golfo do México e o Mar do Caribe, bem como nas regiões caribenhas da América Central e áreas sul-americanas. Também chamado de Brasilito, a madeira do Pau-Brasil tinha nomes distintos nas regiões da América Espanhola (atualmente, são países que fazem parte da América do Sul, Central e do Norte), por exemplo, *El Brasil*, em Tamaulipas (atual México). Destinada ao mercado de corantes em Portugal e em outras partes da Europa, durante o Século XVIII, os exploradores vindos ao Brasil viram um grande potencial de comércio com os artesãos, chamados na época de tintureiros. (Dias, 2017, p. 10) Curiosamente, na escola, a Revolução Industrial, ocorrida no XVIII na Europa, e a exploração comercial do pau-brasil e do algodão, realizada com trabalho escravo, no Brasil, são estudados em momentos separados, sem a promoção de um debate que integre os temas e promova uma reflexão sobre a licitude do trabalho escravo, os impactos ambientais, no Brasil e no mundo, promovidos pela industrialização, entre outros.

2.1.2) Preparo da solução avermelhada no Brasil-Colônia.

O preparo do Pau-Brasil, nesta época, passava por um processo de contagem e pesagem das madeiras, seguida de cozimento para a obtenção de um líquido vermelho e, por fim, submergiam a madeira vermelha em substâncias, ditas como pedras ácidas e básicas, com a finalidade de obter as cores de carmesim, aurora ou lírio. Aqui, temos uma informação importante: embora seja difundida a ideia de que o corante é extraído do pau-brasil, essa ideia não é de todo verdadeira. A quantidade do corante vermelho é bem reduzida na madeira *in natura*. A maior parte do corante é produzida a partir de uma reação química, promovida pelas tais pedras ácidas e básicas.

Alterar uma das substâncias neste processo, o volume utilizado ou o tempo que a madeira ficava imersa, resultava em soluções com cores graduadas. Deter esse conhecimento era muito importante, do ponto de vista comercial. O mercado que utilizava a tinta acompanhou a expansão e o consumo dos produtos têxteis a partir do século XVI (Dias, 2017, p. 10-17).

2.1.3) Método atual de obtenção da brasileína e da pedra-ume

Um possível procedimento proposto por Berger, para extração da Brasileína é, resumidamente, descrita da seguinte forma:

300 g de chips (madeira fatiada) foram deixados em 1700 mL de metanol por três dias. A mistura foi filtrada e concentrada sob vácuo (temperatura do banho: 45°C) até um volume de 100 mL, que foi então deixado em repouso por quatro dias. Os cristais negros de brasileína que precipitaram foram filtrados por sucção, lavados com metanol gelado e secos sob vácuo. O último procedimento foi repetido duas vezes obtendo-se um total de 900 mg de brasileína, cuja pureza foi confirmada por (espectroscopia de) RMN de ^1H e HPLC-DAD. (Rondão et al, 2013, p.2)

Uma das pedras, designadas como ácida ou básica, usadas durante o Brasil Colônia, era o que eles chamavam de pedra-ume. Essa pedra contém o composto químico, conhecido atualmente, como Alúmen de Potássio, cuja fórmula química é $(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$. Esse composto é obtido exclusivamente a partir do hidróxido de alumínio, pelo processo de Bayer; método industrial para produção de alumina metalúrgica a partir da bauxita, destinando-se a indústria de couros, de cosméticos,

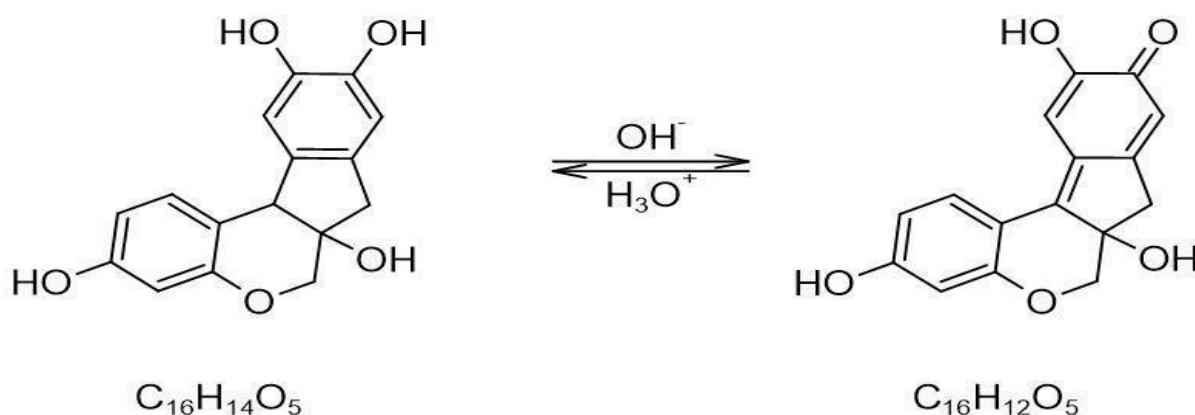
farmacêutica e como agente de coagulação de látex (Oliveira *et al.*, 2022, p. 492).

2.1.4) Caráter científico atual - Pau-Brasil.

2.1.4.1) Características físico-químicas da brasilina e da brasileína, sua conversão e sua relação com as cores.

Hoje, sabe-se que as substâncias químicas, derivadas do Pau-Brasil, são chamadas de Brasilina ou Brasileína, sendo esta última responsável pela coloração avermelhada. Esta espécie de planta é chamada, cientificamente, de *Paubrasilia echinata* (Pau-Brasil), *Caesalpinia sappan*, *Caesalpinia violacea* e *Haematoxylum brasiletto*, nos diferentes lugares encontrados. A brasilina, na presença de uma solução ácida, tem coloração amarela, enquanto em solução alcalina, sua cor é vermelha (Rondão *et al.*, 2013). Isso pode ser explicado, observando o equilíbrio químico, apresentado na Figura 1, na qual é possível perceber uma maior conjugação de ligações duplas e simples, entre os carbonos no composto da direita em relação ao composto da esquerda.

Figura 1. Conversão da Brasilina (à esquerda) em Brasileína (à direita) do equilíbrio, em função da mudança de pH do meio.

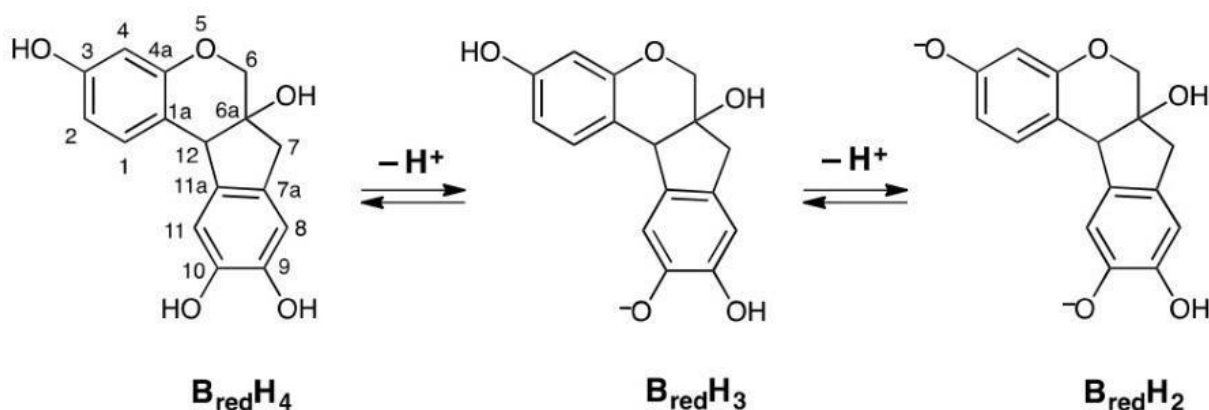


Fonte: O autor (2022)

As propriedades fotofísicas da brasilina e da brasileína, encontradas no *Paubrasilia echinata*, derivam de três espécies presentes no estado fundamental, (possuindo pK_a iguais a 6,5 e 9,5); e quatro espécies no estado excitado (possuindo pK_a iguais a 3,9 e 9,8), as quais apresentam máximo de absorbância em diferentes níveis de pH. Essa observação é feita utilizando o ciclo de Förster (método

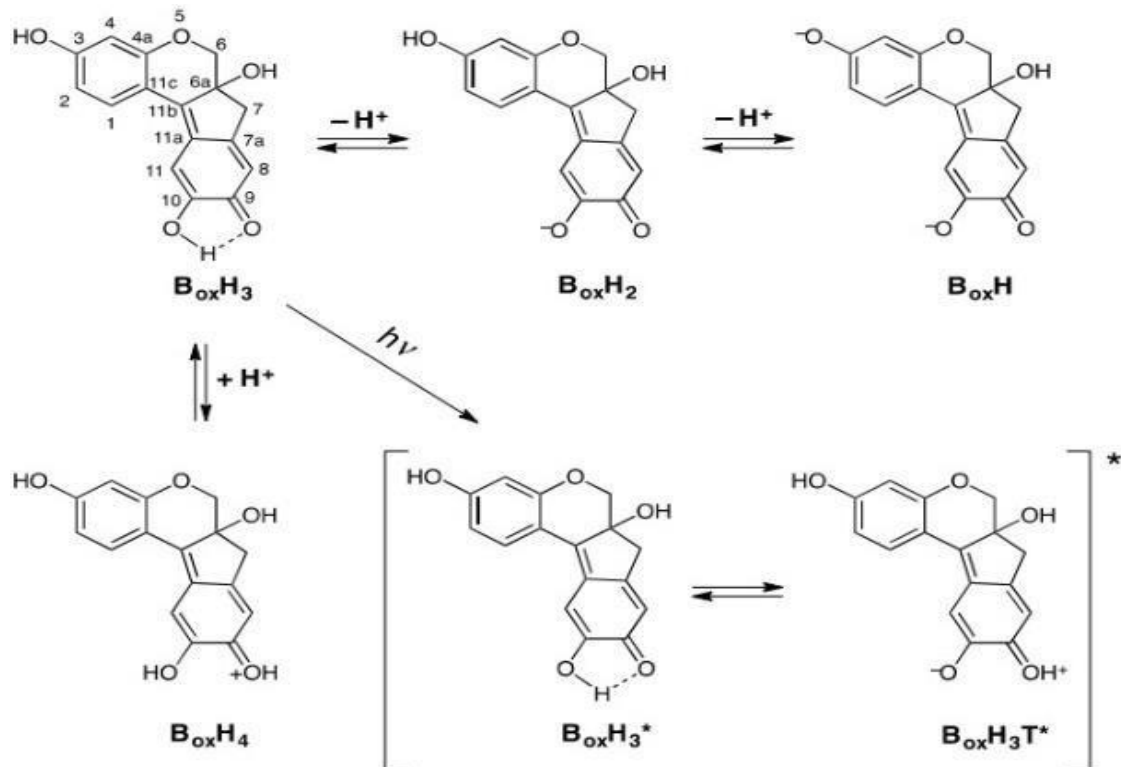
experimental que utiliza as diferenças de energia entre o ácido e a base conjugada nos estados excitado e fundamental, para calcular a variação do valor de pK_a com base em condições termodinâmicas e espectroscópicas). Os equilíbrios ácido-base, apresentados nas figuras 2 e 3, demonstram que a ordem das desproporções do grupo hidroxila nas posições 3 e 10, tanto na brasileína quanto na brasilina, são arbitrárias teoricamente.

Figura 2. Equilíbrio ácido-base Brasilina ($B_{red}H_n$) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “red” representa as formas reduzidas.



Fonte: Rondão, Raquel. *et al.* (2013)

Figura 3. Equilíbrio ácido-base Brasileína ($B_{ox}H_n$) na qual “n” representa o número total de formas protonadas e o “ox” representa as formas oxidadas.



Fonte: Rondão, Raquel. *et al.* (2013)

A Brasilina está intimamente relacionada à hematoxilina, precursora do corante azul-preto, que possui um grupo hidroxila a menos. Brasileína, o agente corante ativo, é uma forma oxidada da Brasilina. Na figura 1, quando em meio básico, o grupo hidroxila ataca o grupo (OH) fenólico, formando um ânion que é estabilizado por ressonância e aumentando, portanto, o sistema conjugado. Esse produto tem a coloração vermelha característica da Brasileína. O motivo característico das diferentes cores entre as substâncias, está no tamanho da caixa do sistema conjugado (quantidade de ligações duplas e simples, alternadas).

2.2) Algodão.

2.2.1) Importância para a história de Pernambuco.

Por conta do seu clima quente, Pernambuco destacou-se por possuir uma grande quantidade (e boa qualidade) de algodão em seu território, tornando-o, na época, além de um exportador de Pau-Brasil, um exportador e plantador de algodão no interior do estado. Existem diversas espécies de algodão e a que melhor se adaptou ao clima do semiárido e subúmido nordestino foi a espécie chamada de Seridó ou Mocó que, com o tempo, foi substituído pela Caiena e crioula, principalmente nas últimas décadas do Século XVIII. Esse algodão era destinado para o comércio exterior e para indústria têxtil a partir da Primeira Revolução Industrial. O cotonicultor, pessoa responsável por escolher a terra do plantio, preferia lugares que continham argila e areia em planícies e matas virgens, na qual para ele, favorecia o plantio do algodão. Comparada à cana-de-açúcar dos engenhos, o algodão necessitava de menos mão de obra para o plantio. Porém, precisava de mais pessoas quando o assunto era colheita. (Ribeiro, 1981).

2.2.2) Caráter científico atual - Algodão.

2.2.2.1) O preparo atual do algodão para indústria têxtil.

As características químicas dos tecidos de algodão e os polímeros na indústria de tecidos passam por 3 grandes processos, onde são necessárias transformações químicas e operações unitárias. Esses processos são: tingimento, alvejamento e, por fim, a lavagem. No tingimento, utiliza-se um corante específico para cada tipo de tecido. Por exemplo, para tingir nylon, usa-se um corante ácido, enquanto para a celulose, utiliza-se corantes reativos (corante que interage com a fibra do algodão,

formando ligações permanente e, fazendo com que os tecidos não percam suas cores ao serem lavadas); na etapa de alvejamento, utiliza-se hipoclorito de sódio, que é um agente oxidante utilizado para eliminar as sujeiras orgânicas, dando cor uniforme ao tecido; enquanto na etapa de lavagem, utiliza-se, normalmente, água e sabão (FEBRATEX GROUP, 2020).

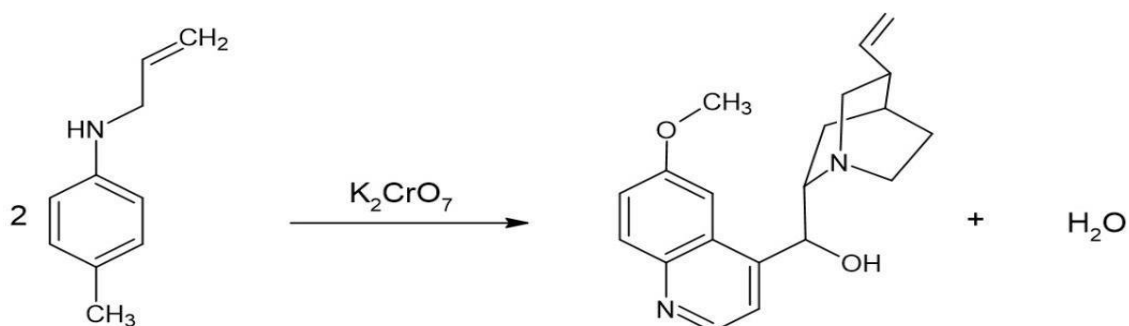
2.3) Corantes e a Química das Cores

Corantes são substâncias químicas que adicionam cor à superfície na qual foi aplicado. Essas substâncias podem ter origem natural, como é o caso do corante obtido a partir do Pau-Brasil, ou podem ser sintéticos. Antes do século XIX, com a demanda crescente por corantes, a indústria têxtil necessitou mudar sua fonte de obtenção dos corantes. Foi daí que, em 1856, surgiu acidentalmente o primeiro corante sintético, descoberto pelo então aluno inglês William Perkin, do curso de química do *Royal College* de Londres, quando tentava sintetizar o quinino com o objetivo de tratamento da malária. Ele obteve uma solução de cor púrpura forte que, em contato com um tecido, era absorvida e, além disso, provou ser resistente à luz e à lavagem, como descrito a seguir:

Perkin foi assistente de August Wilhelm Hofmann, Presidente do Departamento de Química do Imperial College de Londres. Hofmann sugeriu que Perkin sintetizasse a quinina, o princípio ativo da quina com ação anti-malária, e que na época tinha sua fórmula química conhecida como $C_{20}H_{24}N_2O_2$. Inicialmente, ele tentou realizar a dimerização oxidativa da alil-toluidina ($C_{10}H_{13}N$) com dicromato de potássio para obter a quinina, mas não teve sucesso. Em uma segunda tentativa, Perkin tentou a oxidação do sulfato de anilina. Como resultado, obteve um produto de cor escura e nada agradável. Na tentativa de purificá-lo, ele adicionou etanol, e para sua surpresa, obteve uma bela solução de cor púrpura, muito intensa. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA)

A reação química feita por Perkin está representada na Figura 4.

Figura 4. Reação de dimerização oxidativa da alil-toluidina ($C_{10}H_{13}N$) com dicromato de potássio (K_2CrO_7), na primeira tentativa de síntese da quinina.



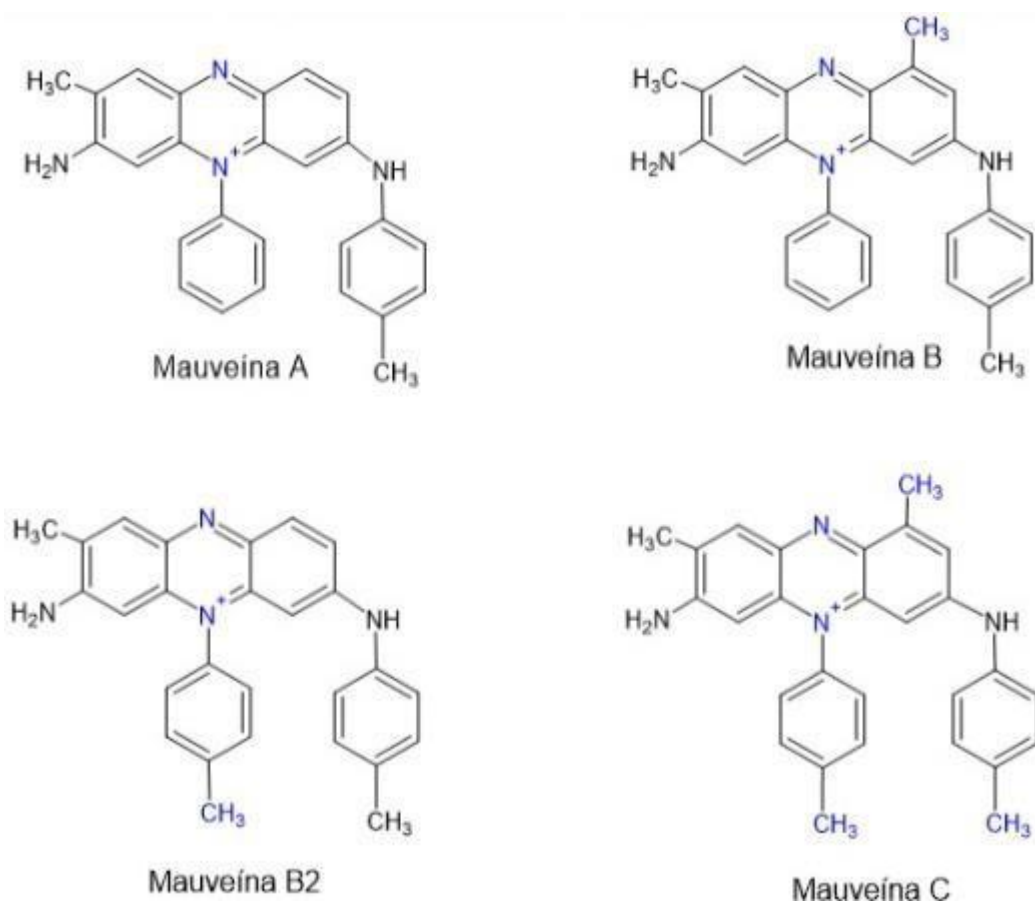
Fonte: O autor (2022)

William Perkin criou a primeira fábrica, chamada de *Perkin and Sons*, com base no primeiro corante sintético, que foi inicialmente chamado de mauve, pelos ingleses (relacionando-o com a coloração da flor de malva), e em seguida, denominada como Mauveína. Em 1896, Perkin achava que o corante descoberto por ele não era uma substância, e sim uma mistura de substâncias.

2.3.1) O primeiro corante sintético destinado ao tingimento do algodão na indústria têxtil.

Através de trabalhos de vários estudiosos, identificou-se que há quatro substâncias na mistura desse corante, chamadas posteriormente de Mauveína A, Mauveína B, Mauveína B2 e Mauveína C, cuja estruturas são apresentadas na Figura 5. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2022).

Figura 5. Substâncias encontradas no corante mauveína.



Fonte: O autor (2022)

Esses estudos e os seus autores, bem como os das descobertas, estão descritos a seguir:

Os trabalhos independentes de Fischer e Nietzki mostravam que existiam duas substâncias no corante preparado por Perkin, designados por mauveína A e mauveína B. A verdadeira estrutura da mauveína foi considerada por muitos anos como um mistério. Somente em 1994, utilizando técnicas modernas de purificação e análise estrutural é que se chegou a uma estrutura química satisfatória. Otto Meth-Cohn, Professor de química orgânica do Departamento de Química da Universidade de Sunderland, analisou uma amostra de corante com 120 anos preparada na fábrica de Perkin, e isolou e identificou dois compostos diferentes: a mauveína A e a mauveína B. Em 2007, Seixas de Melo e colaboradores reproduziram a síntese de Perkin e isolaram dois outros novos compostos, a mauveína B2 e a mauveína C, as quais estavam também presentes em uma amostra original obtida no Museu de Ciências de Londres.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2022)

2.3.2) A ciência das cores e as técnicas espectrométricas e, sua relação com os seres humanos.

O ser humano entende as cores através de um processo de interpretação de sinais que nosso cérebro executa, de acordo com a luz que chega em nossos olhos. No cérebro, a luz é transformada em sinais elétricos e, partindo dela, nosso cérebro interpreta tudo que enxergamos como objetos coloridos, isso acontece por conta de dois tipos de receptores da luz, contidos nos olhos humanos, que são chamados de bastonetes e cones. Os cones são os responsáveis por interpretar as cores vermelha, azul e verde e, de acordo com essas cores, o nosso cérebro pode interpretar qualquer cor no espectro visível. Porém, existe uma molécula, contida em ambos receptores, que é o grande responsável por receber e captar a luz, que é o 11- *cis*-retinal, que é um derivado do betacaroteno, presentes em cenouras e de grande importância para a saúde de nossos olhos. Nos bastonetes, o 11-*cis*-retinal, por meio de um grupo aldeído e um conjunto de aminas contidas nos aminoácidos da opsina, está unida, formando uma base de Schiff; chamadas também de iminas. As bases de Schiff são compostos que possuem ligação dupla entre um carbono e um nitrogênio, preparadas geralmente pela condensação de um aldeído com uma amina primária (Ver apêndice). (Martins, G. B. C.; Sucupira, R. R.; Suarez, P. A. Z, 2015; p.3).

Os produtos do nosso cotidiano, como algodão e madeira, são caracterizados como produtos orgânicos, por possuírem na sua constituição substâncias orgânicas. As cores de produtos deste tipo são determinadas pela absorção e emissão de comprimento de onda feitas pelas moléculas que os constituem, ou seja, o objeto absorve energia e nós observamos uma cor. Um dos motivos para isso é a deslocalização eletrônica e a conjugação. (Martins, G. B. C.; Sucupira, R. R.; Suarez,

P. A. Z, 2015; p.7).

A molécula, quando exposta à radiação eletromagnética, pode absorver essa energia, que dependendo do comprimento de onda, ativa diferentes modos. Por exemplo, comprimentos de onda na faixa da radiação infravermelha ativam modos vibracionais; comprimentos de onda na faixa da radiofrequência ativam os spins nucleares e eletrônicos; enquanto radiação na faixa da luz visível e do ultravioleta promovem transições eletrônicas, podendo, inclusive, gerar radicais livres. Martins *et al* (2015) explicam as transições eletrônicas promovidas por essa radiação a partir dos conceitos de orbitais moleculares HOMO (do inglês, *Highest Occupied Molecular Orbital*) e LUMO (do inglês, *Lowest Unoccupied Molecular Orbital*), que são os orbitais moleculares de mais alta energia ocupado por elétrons e o de mais baixa energia vazio, respectivamente:

Quando a luz incide na molécula é possível que aconteça duas transições eletrônicas: a promoção de elétrons do orbital ligante (HOMO) para orbitais antiligantes (LUMO), as transições $(\pi) \rightarrow \pi^$; e dos elétrons não ligantes para os orbitais antiligantes, as transições $n \rightarrow \pi^*$. Quanto maior o número de ligações duplas conjugadas, menor será a diferença de energia entre os orbitais ligantes e antiligantes. Portanto, quanto maior for o número de ligações duplas conjugadas numa molécula, menor será a energia necessária para excitá-la (Martins, G. B. C.; Sucupira, R. R.; Suarez, P. A. Z, 2015; p.8).*

Na absorção de fótons, para promover a transição de orbitais HOMO-LUMO, por uma determinada molécula, pode-se dizer que quanto maior o número de conjugações no sistema, menor será a diferença entre as energias dos orbitais e, conseqüentemente, menor será a frequência associada às transições eletrônicas. Isto deve-se ao fato de que a energia e a frequência são grandezas diretamente proporcionais. As moléculas; brasilina e brasileína, possuem cores e quantidade de ligações conjugadas distintas, logo a absorção de fótons delas ocorrem em comprimentos de ondas diferentes, no espectro eletromagnético. A conjugação de ligações duplas e simples alternadas, não necessariamente, precisa ser entre átomos de carbono, mas também podem ocorrer entre outros elementos químicos presentes na estrutura. A frequência de uma onda eletromagnética é inversamente proporcional ao comprimento de onda, implicando que quanto maior for a conjugação na estrutura química do composto, menor será a energia para excitação. Se o comprimento de onda associado à transição eletrônica estiver na faixa espectral da luz visível, isso resulta em uma substância colorida (Ver Apêndice).

Substâncias coloridas interagem com a faixa de radiação visível do espectro eletromagnético e, por meio dessa interação, é possível calcular a concentração da espécie colorida, pois a intensidade da cor é diretamente proporcional à concentração. Se uma espécie química tiver uma absorção alta em um determinado comprimento de onda, ela terá uma transmitância baixa. A medição da absorbância de uma substância é feita em um equipamento no qual utiliza um recipiente que armazena a solução sobre a qual incidirá um feixe de luz. Parte dessa luz incidida, em contato com a solução contida no recipiente, é perdida por efeito de espalhamento ou por reflexões. Para corrigir essa perda, é preciso correlacionar a potência do feixe transmitido da solução (contendo o analito, substância colorida) comparando-a com a potência do feixe transmitido somente pelo solvente. A absorbância é igual ao logaritmo da razão entre as intensidades dos feixes incidentes na amostra analisada e no solvente (branco). A absorbância é diretamente proporcional à concentração de uma espécie absorvente e ao caminho óptico do meio absorvente. Quando referimos a absorção em mol por litro, consideramos que as unidades mudam, mas o resultado continua sendo adimensional. (HARRIS, Daniel C., 2005. p- 420).

A colorimetria é um dos métodos espectrométricos mais usados que relaciona a absorção de energia na faixa do visível do espectro eletromagnético e a quantidade de soluto presente em uma solução. Para fazer essas medidas, pode-se utilizar equipamentos como o espectrômetro UV/Vis e o fotômetro. Um espectrômetro é constituído por: um policromador ou um monocromador, um dispositivo de leitura eletrônico, que mostra a proporção numérica da intensidade de uma banda espectral isolada e um fotodetector de radiação eletromagnética. A solução de análise, em ambos os equipamentos, é colocada, normalmente, em uma cubeta de 1,0 cm dentro do equipamento na qual será exposto (HARRIS, Daniel C., 2005. p- 420).

Dentro de um espectrômetro, existe uma lâmpada que emite radiação branca que é decomposta em uma rede de difração, na qual, essa rede possibilita, ao operador, escolher um único comprimento de onda (cor), através de um monocromador, a qual irá atingir a cubeta (que pode ser feita de acrílico, vidro, plástico ou quartzo). A radiação, quando incidida sobre a amostra, irá ter parte da radiação absorvida e outra parte da radiação irá atravessar as moléculas da solução e chega no detector. Essa radiação que chega no detector gera um sinal elétrico que é convertido em transmitância e, através dele, se calcula a absorbância, usando um

software do equipamento (SKOOG, *et al.*, 2006. p-719). Então, é possível acompanhar a formação de um determinado composto, se nós soubermos o comprimento de onda que absorve e monitorarmos com um espectrofotômetro. Foi o que fizemos nesse estudo.

2.4) Caráter pedagógico: Aprendizagem – o que é aprender?

Aprender está relacionado a dotar algo (o conhecimento) de significado, ou significados, para o aprendiz. Apesar de existir diversos tipos de aprendizagem, para Ausubel, o processo de aprendizagem significativa é a mais importante a ser realizada na aprendizagem escolar (Ausubel, 2008, *et al.*). Com suas raízes fora dos conceitos fundamentais do Behaviorismo; no qual se acreditava que não se podia especular os mecanismos internos da mente, a teoria da aprendizagem da assimilação, no processo educacional descrita por Ausubel, utilizava psicólogos cognitivistas com a finalidade de estudar processos como: a formação de conceitos, a natureza da compreensão humana de estrutura e sintaxe da linguagem. Segundo ele, as concepções aprender e memorizar são processos diferentes. Porém, quando apresentam semelhanças, os efeitos as distinguem. As assimilações, segundo Ausubel, fazem parte de duas dimensões gerais e cognitivas, contidas nos estudantes. O significado propriamente dito é um produto do processo de aprendizagem significativa. Quando os primeiros significados de um indivíduo surgem, eles são estabelecidos por signos ou símbolos de conceitos no processo de formação de conceitos. No qual, uma nova aprendizagem significativa dará origem a significados adicionais aos signos ou símbolos e, assim, permitindo a obtenção de novas relações entre os conceitos já estabelecidos. Um exemplo destes conceitos podem ser as palavras cachorro e vermelho, que ao longo do desenvolvimento do indivíduo, estas palavras irão se tornando diferenciadas, desenvolvendo assim, novas relações como: animal e cor, passando desta forma, pela evolução da aprendizagem significativa. Existem 3 tipos básicos de aprendizagem significativa, são elas: A **aprendizagem representacional**, descrita com significado de símbolos ou palavras unitárias; a **aprendizagem de conceitos**, representado por palavras ou nomes e significado, e a **aprendizagem significativa proposicional**, sendo esta última mais complexa por conter, como objetivo, a exigência que o aluno aprenda o significado de uma estrutura gerada pela combinação de conceitos/informações novas. E, além deste objetivo, a aprendizagem representacional corresponde em aprender o

significado de proposições verbais que expressam outras ideias, diferentes, de ideias equivalentes proporcionais. (Ausubel, 2008, *et al*)

Toda aprendizagem, segundo Ausubel, é dividida em duas grandes formas de ensino: A aprendizagem mecânica (ou automática) e a significativa. Estas são organizadas e representadas mentalmente de forma diferenciada, nas estruturas cognitivas dos alunos, caracterizada na dimensão básica. As condições para a aprendizagem significativa necessitam de:

- I. O material deve ter potencial de aprendizagem significativa, ou seja, não arbitrário, o que significa que o aluno deva conseguir relacionar suas ideias preexistentes na estrutura cognitiva, para que ocorra uma ancoragem da nova informação;
- II. A retenção da nova ideia deve ser com substantividade; não apenas as palavras precisamente usadas em uma expressão, mas sim a junção de palavras, símbolos ou grupo de símbolos, no qual possuem equivalência em termos de significados com a finalidade de tornar o aluno capaz de expressar um conceito ou proposição, com suas próprias palavras; e
- III. Devem ser considerados os sentimentos, ações e valores dos estudantes, formando assim, um domínio conceitual que o permite solucionar e entender problemas cotidianos. (Ausubel, 2008, *et al*)

Aprendizagem significativa é dividida em duas modalidades: aprendizagem receptiva e por descoberta. Aprendizagem receptiva ocorre por meio de aquisição de conhecimentos acabados, enquanto a aprendizagem por descoberta é caracterizada pela busca, por parte do próprio aluno, de informações sobre o conteúdo do estudo, que deseja assimilar ou construir, o qual não está ainda elaborado, cabendo ao aluno maior dedicação, organização e elaboração das novas informações. A aprendizagem receptiva significativa contém as diferentes formas da aprendizagem significativa; aprendizagem representacional, de conceito e a proposicional. A aprendizagem significativa se dá por meio da interação, não arbitrária, entre o conteúdo já adquirido e o novo, por meio de assimilações. (Ausubel, 2008, *et al*)

A estrutura cognitiva associa as novas informações às ideias velhas, de forma hierárquica e organizada, por meio da assimilação de significados velhos, dividida nas seguintes etapas: 1) **Aprendizagem Subordinativa**, que é dividida em duas partes – aprendizagem subordinativa derivada, que é a incorporação de uma informação nova a

uma ideia já existente, de forma que, esta nova informação esteja subordinada a uma ideia, como um exemplo ou extensão da mesma, sem que haja alterações dos conceitos essenciais da ideia; e a a aprendizagem subordinativa correlativa, na qual, a nova informação não é uma extensão, qualificação ou modificação da ideia já existente. Esta nova informação pode modificar ou ampliar a ideia já existente. 2) **Aprendizagem Superordenada**, na qual a nova ou as novas informações serão, neste momento, exemplos que se associam a uma nova ideia. Nesta nova ideia, constituem novas atribuições abrangendo as ideias subordinativas. 3) **Aprendizagem Combinatória**, com a nova ideia relacionando-se com ideias diferentes já estabelecidas na estrutura cognitiva, por meio de atributos essenciais em comum. Além disso, a nova ideia não é mais abrangente e nem mais específica que as demais ideias prévias. E, por fim, 4) A **teoria da assimilação**, na qual a nova ideia modifica as estruturas preexistentes, na estrutura cognitiva. (Ausubel, 2008, *et al*)

As novas ideias formadas são introduzidas em uma estrutura cognitiva prévia de forma não arbitrária, contudo, substancial. A nova informação ou ideia deve conter, necessariamente, significado lógico ou potencial. O caminho entre o conhecimento já construído e o novo deve estar em uma distância relativamente média e, no qual, o aluno deve se sentir com vontade de aprender. Os significados no nível da consciência são descritos no processo cognitivo; local onde nascem os significados. A relação do aluno com o mundo, cria a dinâmica dos significados, dando-lhe origem às estruturas cognitivas, que podem ser ideias, conteúdos, conceitos e conhecimentos que, quando organizados hierarquicamente, facilitam a aprendizagem por parte do aluno. A aprendizagem de conteúdos com sentido é derivada pelo sentido lógico e psicológico. O significado lógico é característico do conteúdo, inerente a certos tipos de materiais simbólicos, devido a sua natureza, e só com o tempo e o desenvolvimento psicológico, o aluno consegue captar inteiramente o sentido, seu significado e estabelecer relação lógica com a sua mente. Por outro lado, a estrutura psicológica do “conhecimento com sentido” apresenta a capacidade de transformar o sentido lógico em sentido e compreensão psicológica, que é o que o indivíduo faz no processo de aprendizagem significativa. Ao professor cabe traçar métodos e estratégias que façam com que o aluno adquira e organize a nova informação nas suas estruturas e esquemas cognitivos, fazendo-os refletir acerca da importância da nova informação para sua vida (Ausubel, 2008, *et al*)

Esse trabalho tem a finalidade de utilizar um momento importante da história de Pernambuco, como a produção e exportação de Pau-Brasil e algodão, no Brasil-Colônia, para ensinar Química. Mais especificamente, será trabalhado o tema sobre a estrutura química dos compostos e suas propriedades físicas como as cores e seu emprego. A estratégia multidisciplinar visa adotar o conhecimento de importância para o aprendiz, com o objetivo de obter uma aprendizagem significativa.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Construir uma proposta de intervenção pedagógica multidisciplinar (utilizando a junção de diferentes áreas da ciência, como: física e história, que podendo ser abordadas individualmente, de acordo com sua área, com base em um único tema) usando parte da história de Pernambuco, especificamente a exploração comercial do Pau- Brasil e do Algodão, como tema gerador para o ensino de Química.

3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar uma revisão bibliográfica sobre a exploração do comercial do Pau-Brasil e do algodão produzidos no estado de Pernambuco, durante o Brasil-Colônia;
- Identificar os principais conteúdos químicos que podem ser trabalhados a partir da obtenção e emprego de algodão e do corante do Pau-Brasil.
- Construir uma proposta de atividade experimental simples, que possa ser realizada na escola, que consiste em simular a extração da substância química brasileína, do Pau-Brasil no contexto histórico Brasil-Colônia, e testar sua fixação em um tecido feito de algodão.
- Caracterização e análise da Brasileína.

4 METODOLOGIA

Baseando-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, é possível propor uma sequência didática, abordando os conceitos químicos e físicos, como: Ligação Química, Estrutura Química, Equilíbrio Ácido-Base, pH, grupos cromóforos e os conceitos de cores absorvidas e transmitidas.

A sequência didática será dividida em 2 partes: 1) Etapa de Problematização; na qual será disponibilizado um texto motivacional e, em seguida, 2) Experimento; A mistura da amostra, a brasilina e a brasileína, será adicionado uma base forte, NaOH e, após isso, devemos testar sua fixação em um tecido de algodão.

4.1 Sequência Didática

4.1.1) Etapa 1: Etapa de Problematização (Apêndice).

Esta etapa contará com um texto motivacional abordando dúvidas relevantes que constituem, em um nível inicial da adolescência. São elas:

- a) Por que alguns objetos possuem cores e, outros não possuem?
- b) Qual seria a origem das cores e qual sua influência nas nossas emoções.
- c) Abordar a fenolftaleína como exemplo de mudança de cor quando exposta a uma base forte, como o hidróxido de sódio.
- d) Qual a finalidade de um corante na indústria textil e de cosméticos.
- e) Qual o impacto dos corantes no meio ambiente? Como estão relacionados a qualidade do corante (estabilidade, durabilidade) e o crescimento sustentável?

4.1.2) Etapa 2: Experimento

4.1.2.1) Materiais e substâncias

Um pedaço de pau-brasil com cerne visível, que pode ser adquirido em lojas, física ou online, de comercio de produtos do agronegócio, ou em reservas de pau-brasil, com a devida autorização;

Uma furadeira;

Uma panela com água;

Fogão;
Copos de vidro;
Filtros de papel (para café);
Solução de NaOH;
Álcool etílico comercial 70%;
Um pedaço de tecido de algodão; e
Um conta gotas.

4.1.2.2) Procedimento Experimental

- 1) Com a furadeira, fure o centro da madeira, conforme ilustrado na Figura 6, para obter um farelo (madeira em pó), que deve ser colocado em uma panela com água.



Figura 6. Pedacos da madeira Pau-Brasil, antes e após uso da furadeira

- 2) Levar a panela ao fogão e acenda o fogo, mantendo-o aceso por cerca de 10 minutos após o início da ebulição.
- 3) Espere a solução aquecida retornar a temperatura ambiente e, em seguida, filtre a solução produzida, usando o filtro de café, recolhendo o filtrado em um copo de vidro. O farelo retido no filtro deve ser colocado em um segundo copo de vidro.
- 4) Ao copo contendo farelo, deve-se adicionar álcool etílico comercial. Observe a coloração da solução obtida. Filtre e recolha o filtrado, colocando-o em outro

copo de vidro. Compare com a solução obtida anteriormente. Duas soluções foram obtidas – extratos etanólico e aquoso.

- 5) Com o auxílio do conta-gotas, adicione a solução de NaOH aos copos contendo os extratos aquoso e etanólico, separadamente. Homogeneizar as soluções e observar as mudanças de cor.
- 6) Usar as soluções obtidas para tingir um tecido de algodão, visando testar a fixação da cor.

Se, por algum motivo, não se queira extrair as substâncias utilizando álcool etílico, pode usar água (ambas possibilitam extração da solução, visto que, tanto a água, quanto o álcool etílico 70%, conseguem extrair as substâncias brasilina e brasileína, do farelo da madeira). Para sabermos se temos brasileína e brasilina, na solução em equilíbrio, realizamos alguns ensaios no laboratório, que não serão reproduzidos na sequência didática. Como essas substâncias têm estruturas diferentes, elas devem ter comprimentos máximos de absorção diferentes no espectro UV/Vis (ultravioleta/visível). Então, foram obtidos espectros na região do UV/Vis, utilizando um espectrofotômetro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Misturamos o farelo de madeira com um pouco de álcool etílico comercial (70%) e, em seguida, filtramos, com um filtro comercial de café, para retirar os sólidos da solução que estava no fundo. Após isso, guardamos em uma garrafinha de plástico (pré-higienizada com água e sabão neutro líquido). Como pode ser visto na figura 7, a solução etanólica obtida tem coloração amarela.

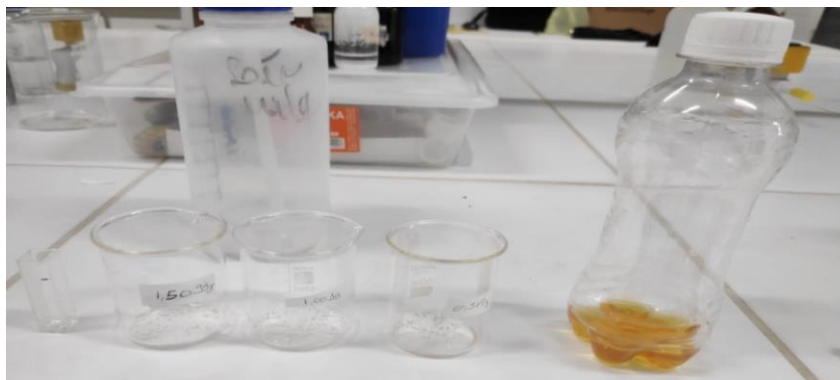


Figura 7. Solução contendo o extrato etanólico do farelo de Pau-Brasil.

Visando identificar se alguma outra região do espectro UV/Vis é impactado pela mudança de pH, foram obtidos os espectros na região com comprimentos de onda entre 190 nm e 800 nm, usando o espectrômetro Perkin Elmer Lambda 650. Nesse ensaio foi utilizada uma solução 0,05 M, recém-preparada, de hidróxido de sódio. A Figura 8 apresenta as cubetas de quartzo utilizadas, contendo o extrato etanólico (esquerda) e álcool etílico comercial 70% (direita). Os ensaios foram realizados adicionando quantidades crescentes de NaOH ao extrato etanólico.

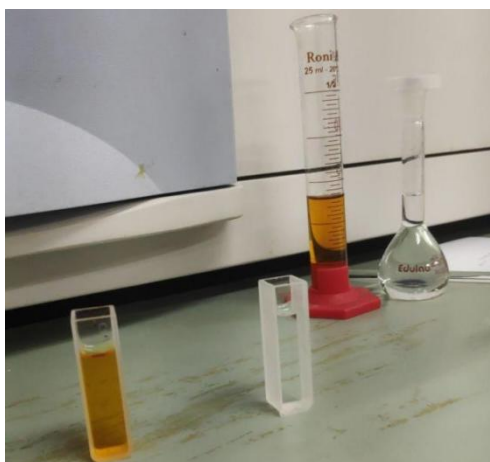


Figura 8. Cubetas contendo o extrato etanólico do pau-brasil (esquerda) e o solvente (direita). Ao fundo, tem-se uma proveta com o extrato etanólico e um balão volumétrico com a solução de NaOH.

Foram obtidos seis espectros no UV/Vis, sendo o primeiro obtido sem adição

de NaOH e os outros após adição de alíquotas de 10 μL da solução de NaOH à cubeta, totalizando 50 μL ao final. As Figuras 9 e 10 apresentam esses espectros.

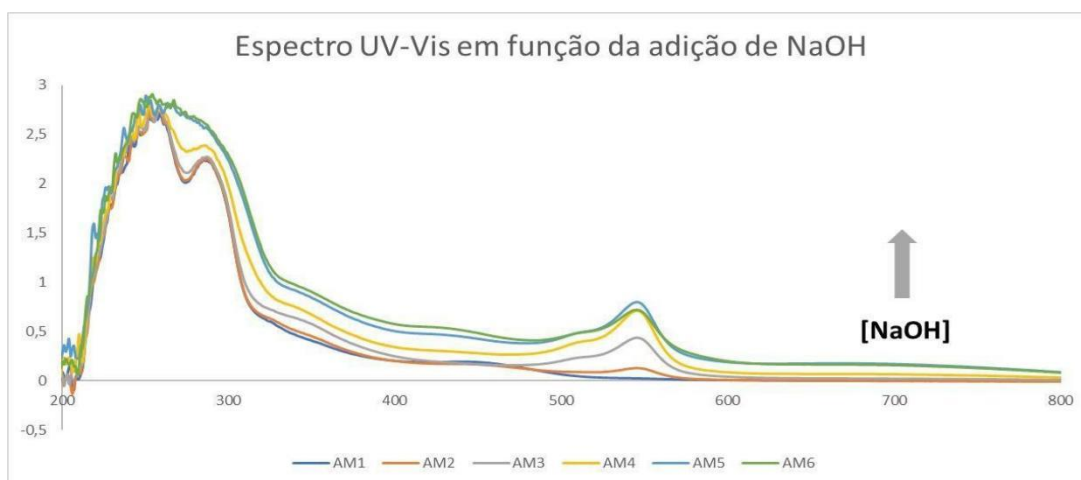


Figura 9. Espectros UV/Vis do extrato etanólico do Pau-Brasil em função da adição de solução de NaOH. AM1 (amostra sem adição de NaOH) até AM6 (adição de 50 μL de solução de NaOH).

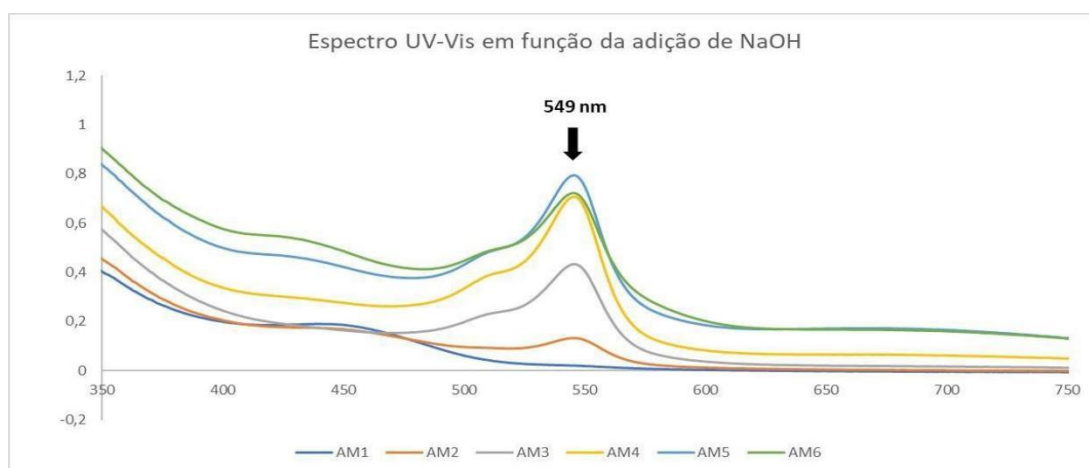


Figura 10. Expansão dos espectros UV/Vis, na região de absorção da brasileína, do extrato etanólico do Pau-brasil em função da adição de solução de NaOH. AM1 (amostra sem adição de NaOH) até AM6 (adição de 50 μL de solução de NaOH).

Esses resultados indicam que o equilíbrio entre as formas brasilina e brasileína pode ser facilmente observada na escola, a olho nu, uma vez que a mudança de cor é bem expressiva e reversível, pois podem ser feitas adição de ácido à solução com coloração vermelha e a cor amarela voltará a predominar. Abaixo, apresentamos a proposta de intervenção pedagógica, usando a atividade experimental aqui desenvolvida.

5.1 Sequência Didática

Proposta de Plano de Aula				
Disciplina: Química		Turma: 3º Ano do Ensino Médio		
DESCRIÇÃO				
CONTEÚDO	OBJETIVOS	DESENVOLVIMENTO	AVALIAÇÃO	RECURSOS DIDÁTICOS
Ligação Química; Estrutura Química; Equilíbrio Químico Escala de pH; Grupos Cromóforos; Conceitos de cores absorvidas e transmitidas; Propriedade de compostos orgânicos.	Refletir e discutir as cores dos diversos objetos do dia-a-dia e, correlacioná-los com o fator molecular e sua interação com a radiação (Luz).	Utilizaremos um texto que visa motivar o aluno utilizando fatores históricos, científicos e econômicos, considerando possíveis indagações que os alunos já devem ter feito durante sua vida, sobre as cores que enxergam nos diversos materiais e substâncias do cotidiano dos mesmos. Segue-se um debate sobre o texto e uma proposta de atividade experimental de extração e obtenção do corante do Pau-Brasil e tingimento de peças de algodão.	Será por meio da participação dos alunos no debate e na atividade experimental Avaliação processual e contínua).	Um pedaço de Pau-Brasil com cerne visível, uma furadeira, uma Panela, água, fogão, copos de Vidro, filtros de papel (para café), solução de NaOH, álcool etílico comercial 70%, um tecido de algodão e um conta gotas.
Referências: Coleção “Química” Martha Reis, volumes 2 e 3.				

Obs: Na atividade experimental, os estudantes precisarão utilizar um fogão para aquecer uma porção de água com farelo de Pau-Brasil. Se a escola não dispuser de um fogão, a extração pode ser feita a frio, usando álcool etílico comercial 70%.

6 CONCLUSÃO

Através dos estudos histórico, socioeconômico e físico-químico do pau-brasil e do algodão, bem como sua relação com o cotidiano da população brasileira, mais especificamente a Pernambucana, e os estudos através de técnicas laboratoriais de caracterização química, foi possível planejar e adequar, uma sequência didática para ser aplicada em uma turma de Ensino Médio. Além disto, foi possível realizar revisão bibliográfica dos compostos químicos encontrados; Brasileína, Brasilina e Mauveína, através de métodos espectrofotométricos.

REFERÊNCIAS

ABRAVEST. **PE é o maior polo de jeans do Brasil- GBL Jeans**. Pernambuco. 2 Jun. 2020. Disponível em: <https://abravest.org.br/site/pe-e-o-maior-polo-de-jeans-do-brasil-gbl-jeans/#:~:text=está%20concentrada%20sobretudo%20entre%20Toritama%20e%20Caruaru.&text=bilhões%2C%20com%20a%20venda%20de%206%2C3%20bilhões%20de%20peças.&text=empregos%20diretos>. Acesso em: 10 Out. 2022.

Ausubel, David; Hanesian, Helen; Novak, Joseph. **Psicologia Educacional**. 1. ed. Tradução: Angela, Maria F; et al. Rio de Janeiro. 2008. p.19-58. Título Original: Educational Psychology. 2. ed. Rinehart and Winston, New York. Disponível em: <https://doceru.com/doc/1sxxse8>. Acesso em: 28. Jul. 2022.

Blog Interlagos. **Colorimetria: como descobrir a cartela de cores ideal para roupas, maquiagem e cabelo**. Sao Paulo, 10 Set. 2020. Disponível em: <https://www.interlagos.com.br/blog/2020/09/colorimetria-como-descobrir-a-cartela-de-cores-ideal-para-roupas-maquiagem-e-cabelo/>. Acesso em: 10 Out. 2022.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO. Assessoria de comunicação. **Corantes e pigmentos**. São Paulo: CRQ-4a Região, 2011. Disponível em: https://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos. Acesso em: 31 Mar. 2022.

DIAS, Thiago Alves. **O negócio do pau-brasil, a sociedade mercantil Purry, Mellish and Devisme e o mercado global de corantes**: escalas mercantis, instituições e agentes ultramarinos no século XVIII. Revista de História (São Paulo), 2018. Acesso em: 14 Mar. 2022. DOI:<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9141.rh.2018.133277>.

FEBRATEX GROUP. **Química na indústria têxtil**: veja as soluções para a sustentabilidade. Porto Alegre: FREBRATEX GROUP, 2020. Disponível em: <https://fcem.com.br/noticias/quimica-na-industria-textil-veja-as-solucoes-para-sustentabilidade/>. Acesso em: 31 Mar. 2022.

Globo Repórter. **Agreste Pernambucano tem mais de 800 lavanderias e nem 40% delas tratam a água da produção do jeans**. Pernambuco. 23 Jul. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2022/07/24/agreste-pernambucano-tem-mais-de-800-lavanderias-e-nem-40percent-delas-tratam-a-agua-da-producao-do-jeans.ghtml>. Acesso em: 10 Jul. 2022.

Jornal do Commercio. **"Céu de sombrinhas" atrai atenção de turistas em Porto de Galinhas**. Pernambuco, 6 Fev. 2018. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/social1/2018/02/06/ceu-de-sombrinhas-atrai-atencao-de-turistas-em-porto-de-galinhas/index.html>. Acesso em: 10 Out. 2022.

Leia Já. **O império do Jeans em Toritama: Uma cidade revestida por fábricas**. Pernambuco. Disponível em: <http://especiais.leiaja.com/descosturandoacrise/materia2.html>. Acesso em: 10 Out.

2022.

LQES, **Mauveína, o primeiro corante sintético, faz 150 anos !**. Laboratório de Química do Estado Sólido. Disponível em: https://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2006/lqes_news_novidades_876.html#:~:text=A%20descoberta%20de%20Perkin%20foi,eram%20produtos%20naturais%20muito%20caros . Acesso em: 18 de Abr. 2022.

Martins, G. B. C.; Sucupira, R. R.; Suarez, P. A. Z. **A Química das Cores**. Revista Virtual de Química. Rio de Janeiro, 2015. v.7, n.4. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n4a27.pdf> . Acesso em: 18 Mar. 2022.

Morosini, Lúcia Frazzon. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel**. Revista Pedagógica. (Unesco, Chapecó), Vol.1 (3), p.7, Nov. 2016. Acesso em: 16 Mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.22196/rp.v3i3.3499> .

Oliveira, Denise; *et al.* **Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático**. Revista Química Nova. São Paulo, Vol. 25, n. 3, p 490-498, 2002. Acesso em 19 Jul. 2022. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol25No3_490_23.pdf

Ribeiro, José Junior. **A ECONOMIA ALGODOEIRA EM PERNAMBUCO**: da colônia à independência. R. Bras. Hist, São Paulo, 1, 2: 235-242, Set. 1981. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwji_qWa0cb2AhVwE7kGHdY3CekQFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.anpuh.org%2Farquivo%2Fdownload%3FID_ARQUIVO%3D1672&usq=AOvVaw39r7EtSIFORqH9FcyCqAwr . Acesso em: 14 Mar. 2022.

Rondão, Raquel. *et al.* J. Phys. Química A. Brazilwood Reds: The (Photo)Chemistry of Brazilin and Brazilian. **The Journal of Physical Chemistry A**, v.117, p. 10650-10660, 13 Nov. 2013. Acesso em: 14 Abr. 2022. DOI:10.1021/jp404789f

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **Mauveína, C₂₆H₂₃N₄**. Química Nova Interativa. Disponível em: [http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=CYblB13EwwkwPVfPprtBH7FXtzFtlas4EZiu6m14nwabljG9SXFQ0qdJzIUlk4Nzyug3VjYfBbZrHIKnIujBxQ%5C\(mauve%5C303%5C255na](http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=CYblB13EwwkwPVfPprtBH7FXtzFtlas4EZiu6m14nwabljG9SXFQ0qdJzIUlk4Nzyug3VjYfBbZrHIKnIujBxQ%5C(mauve%5C303%5C255na). Acesso em: 18 Abr. 2022.

UNIVESP. **Teorias da Aprendizagem** - Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para o Ensino. São Paulo, 2021. *online*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Wiz7O4QLyNU>. 10 Mar. 2021. Acesso em: 06 Abr. 2022.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**, 6ª edição, Ed. Livros Técnicos e Científicos Ltda., Rio de Janeiro: 2005.

SKOOG, *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006. Disponível em:
https://www.inesul.edu.br/site/documentos/QUIMICA_ANALITICA_SKOOG.pdf
Acesso em: 11 Out. 2022.

APÊNDICE

A Química das Cores e o Impacto na Vida das Pessoas – Corantes e Pigmentos



Você já parou para pensar como as cores dos objetos influenciam os nossos sentidos, emoções e decisões? O que está por trás de tanta cor diferente?

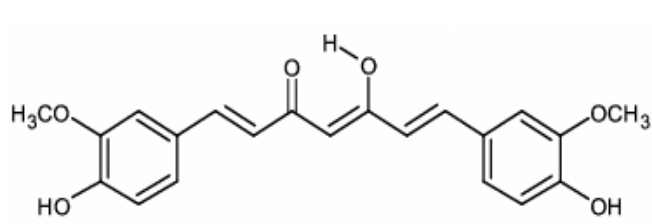
As cores dos objetos que enxergamos ao nosso redor, seja na rua, ou até mesmo dentro das nossas casas, estão relacionadas com dois conceitos fundamentais da ciência, que são: Absorção e a transmissão de luz. A maioria destes objetos não possui luz própria, elas apenas refletem a luz que nela é incidida. A luz que chega no objeto e a cor que enxergamos estão totalmente envolvidas com o que chamamos de corante ou pigmento.

Rua dos Guardas Chuvas, Porto de Galinhas - PE

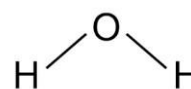
Os corantes e pigmentos, assim como tudo que está ao nosso redor, é constituído por moléculas. As moléculas são formadas pela ligação entre os átomos que, por sua vez, são responsáveis por refletirem uma parte da luz que chegam nelas.

Mas você já se perguntou por que existem coisas que não tem cores e outras que tem cores?

Por exemplo, a **água e o açafrão**, além de fazerem bem à saúde de nós humanos, possuem cores diferentes. A cor que enxergamos para o açafrão é amarela, enquanto a água é hialina, não enxergamos cor alguma. O açafrão, que é muito usado para dar sabor e cor às nossas comidas, é constituído, em sua grande parte, por um **corante natural** chamado **curcuma**. Olhando para sua estrutura e a da água podemos observar umas particularidades. O que você observa?

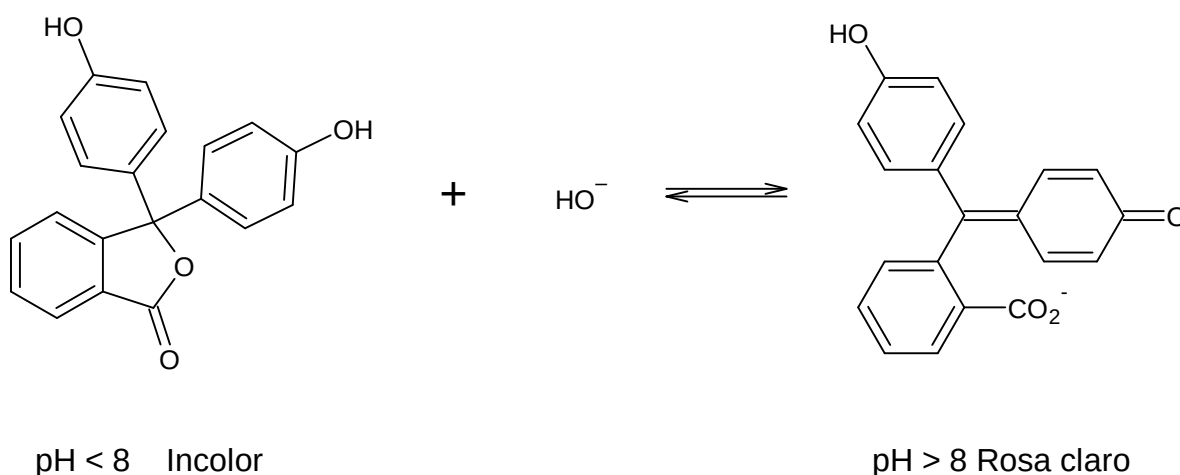


Estrutura química da Curcuma



Estrutura química da Água.

Existem substâncias químicas que não possuem cor e também não são corantes, mas podem transformar-se em outras que possuem cor, como é o caso da Fenolftaleína. A explicação para as cores dos corantes e dos pigmentos dos objetos do nosso cotidiano está nas estruturas químicas das substâncias, mas especificamente, nas ligações duplas e simples alternadas, como pode ser visto no equilíbrio apresentado abaixo:

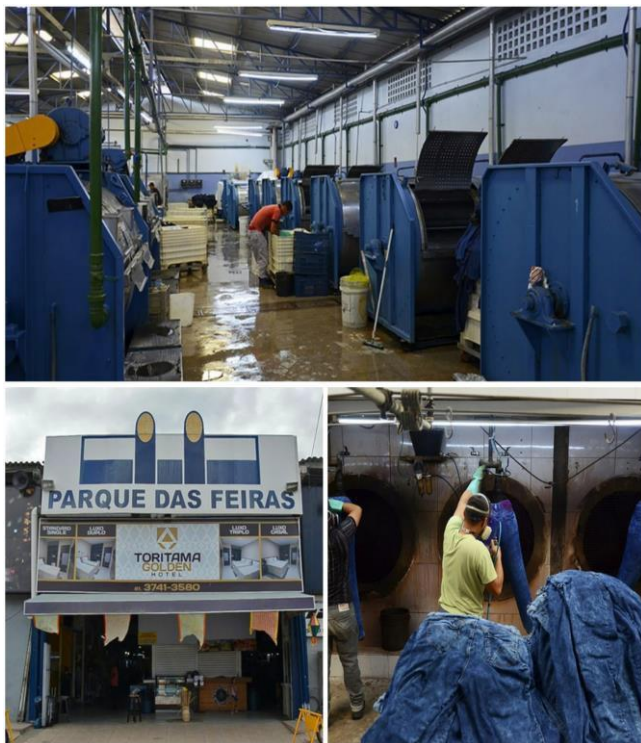


Sistemas conjugados com tamanhos distintos geram cores distintas. É por conta de substâncias parecidas com essas, que os corantes e os pigmentos são muito usados nas indústrias de roupas, sapatos, joias, cosméticos e etc. Elas nos dão uma diversidade de cores que, para diversas pessoas, remete a uma sensação agradável. Porém, nem tudo é tão legal assim.



Peças de roupas com diversas cores

A fabricação de peças de roupas utiliza muitos corantes e pigmentos para tingir as roupas e, nesse contexto, o estado de Pernambuco está no 1º lugar no ranking de estados que mais fabricam peças de calças jeans em todo Brasil. Em 2019, as cidades de Toritama e Caruaru eram responsáveis por cerca de 17% (aproximadamente 58 milhões) de toda fabricação de calças jeans do Brasil.^[1] O processo de fabricação das peças passa por uma etapa de lavagem que, para cada peça de jeans, gastam-se cerca de 100 litros de água (**Já imaginou 100 litros de água desperdiçada por**



Lavanderias, processo de lavagem e local de venda de peças de jeans

peça de jeans?). E, como se não bastasse, as cidades de Toritama e Caruaru são regiões que possuem grande escassez de água. Apesar de existirem algumas técnicas que podem amenizar cerca de 40 a 50% da água, tem-se o problema que muitas lavanderias ainda não utilizam esta técnica. (apenas 40% das lavanderias dos municípios tratam a água advinda de suas máquinas) e, por conta disto, a água é jogada nos rios contaminando-os e causando sérios danos ambientais. Se nada for feito para barrar essa atividade, aos poucos, a

biodiversidade contida na região estará completamente contaminada.^[2]

Além do consumo excessivo de água, há um problema com a alta estabilidade dos compostos que são utilizados como corantes e pigmentos. Isso faz com que eles não sejam biodegradáveis, aumentando o dano ambiental. Parte desse material é descartado na etapa de lavagem e isso torna necessário a implementação de estações de tratamento de efluentes (ETE) para degradar esses compostos em substâncias que não agredam o meio ambiente.