

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
LICENCIATURA EM QUÍMICA
CAMPUS MACAPÁ

ANDREIA LARA FERREIRA DE LIMA

SEPARAÇÃO DOS PIGMENTOS EXTRAÍDOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *BIXA ORELLANA* L. (URUCUM) POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA, PARA ESTIMULAR O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

MACAPÁ- AP

2024

ANDREIA LARA FERREIRA DE LIMA

SEPARAÇÃO DOS PIGMENTOS EXTRAÍDOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *BIXA ORELLANA* L. (URUCUM) POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA, PARA ESTIMULAR O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Licenciatura em Química como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho

MACAPÁ- AP

2024

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- L732s Lima, Andreia Lara Ferreira de
 Separação dos pigmentos extraídos da espécie amazônica Bixa Orellana (urucum) por cromatografia em camada delgada para estimular o ensino-aprendizagem de Química Orgânica / Andreia Lara Ferreira de Lima - Macapá, 2024.
 57 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Licenciatura em Química, 2024.
- Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho.
1. Forças intermoleculares. 2. Polaridade. 3. Cromatografia em camada delgada. I. Ripardo Filho, Dr. Haroldo da Silva, orient. II. Título.
-

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANDREIA LARA FERREIRA DE LIMA

SEPARAÇÃO DOS PIGMENTOS EXTRAÍDOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *BIXA ORELLANA L. (URUCUM)* POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA, PARA ESTIMULAR O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso licenciatura em Química como requisito avaliativo para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br HAROLDO DA SILVA RIPARDO FILHO
Data: 08/03/2024 11:30:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
gov.br SALVADOR RODRIGUES TATY
Data: 08/03/2024 12:17:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Salvador Rodrigues Taty
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
gov.br ERLYSON FARIAS FERNANDES
Data: 08/03/2024 19:56:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Erlyson Farias Fernandes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 29 / 02 / 2024

Conceito/Nota: 9,96

Ao meu filho e meus pais que não mediram esforços para que eu tivesse uma educação baseada em adquirir conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e resiliência para que eu pudesse chegar até o final do curso.

A minha família, em especial minha mãe Dagmar, meu pai Aminthas e meu filho Arthur, que são minha base e minhas irmãs, Dausilene, Dauzimar, Dauzenir, Dauzinere e Adriana, pelos incentivos e por serem minhas inspirações de forças e superações.

Ao meu querido Orientador, prof. Haroldo Ripardo, por ter aceitado me orientar no desenvolvimento da pesquisa, sou eternamente grata pelos incentivos, conselhos, pela paciência e principalmente pelos puxões de orelhas. Acredito que foram essenciais para meu amadurecimento e crescimento como pessoa e com certeza como futura docente.

Aos meus queridos professores, que diretamente contribuíram na minha formação através de todo conhecimento que me foi repassado em cada disciplina ministrada ao longo do curso, certeza que todos são grandes inspirações como profissionais da educação, sou muito grata a todos e os levarei sempre em meu coração.

Ao IFAP, pelos momentos que me ofereceu subsídios para que eu pudesse chegar ao final do curso.

Aos meus colegas de curso em especial, Aline, Marcela, seu Wellington, Michelly e Thayrine, pelos grandes momentos compartilhados ao longo do curso.

Gratidão a todos!

“O principal processo da escola é o ensino-aprendizagem e o principal agente deste processo é o professor.”

(COUTINHO, 2021, p.109)

RESUMO

A pesquisa se desenvolveu a partir da problemática “A separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica, *Bixa orellana* (urucum), através da cromatografia em camada delgada pode estimular o ensino-aprendizagem em uma turma do 3º ano do ensino médio?”. O objetivo do estudo foi estimular o ensino-aprendizagem de química, através da separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana* L., popularmente conhecida como urucum, utilizando a técnica da cromatografia em camada delgada. Deste modo, para desenvolver a pesquisa, inicialmente os pigmentos foram extraídos das sementes dos frutos da espécie selecionada por maceração com etanol. Após a eliminação do solvente o extrato obtido foi submetido à separação por cromatografia em coluna, que utilizou como fase estacionária sílica gel e como fase móvel misturas de hexano e acetato de etila, obtendo-se 20 frações. Dessas 20 frações foram selecionadas 9, para desenvolver a proposta de aula, pois eram as que apresentavam pigmentos com maior diferença de tonalidade. A pesquisa foi aplicada na Escola Estadual Deusolina Salles Farias em uma turma do terceiro ano do ensino médio. A proposta foi constituída de duas intervenções, sendo cada uma continha duas aulas. A primeira intervenção consistiu na realização de uma aula teórica, para explicar os conteúdos programáticos forças intermoleculares, polaridade e método cromatográfico; A segunda consistiu da aplicação de uma prática experimental, onde se empregou a cromatografia em camada delgada na separação dos pigmentos extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana*. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa e como instrumento de coleta de dados foram utilizados questionários semiestruturados. A partir dos resultados da pesquisa observou-se que os alunos conseguiram elevar seu nível de conhecimento acerca dos conteúdos que foram abordados em sala, e os mesmos sentiram-se motivados com a realização da aula experimental.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem; forças intermoleculares; polaridade; espécie amazônica; método cromatográfico.

ABSTRACT

The research was developed based on the problem “Can the separation of natural pigments extracted from the Amazonian species, *Bixa orellana* (annatto), through thin layer chromatography stimulate teaching-learning in a 3rd year high school class?”. The central objective of the study was to stimulate the teaching and learning of chemistry, through the separation of natural pigments extracted from the Amazonian species *Bixa orellana* L., popularly known as annatto, using the thin layer chromatography technique. Therefore, to develop the research, the pigments were initially extracted from the seeds of the fruits of the selected species by maceration with ethanol. After eliminating the solvent, the obtained extract was subjected to separation by column chromatography, which used silica gel as the stationary phase and mixtures of hexane and ethyl acetate as the mobile phase, obtaining 20 fractions. Of these 20 fractions, 9 were selected to develop the class proposal, as they were the ones that presented pigments with the greatest difference in tone. The research was carried out at the Deusolina Salles Farias State School in a third-year high school class. The proposal consisted of two interventions, each containing two classes. The first intervention consisted of holding a theoretical class, to explain the syllabus of intermolecular forces, polarity and chromatographic method; The second consisted of the application of an experimental practice, where thin layer chromatography was used to separate pigments extracted from the Amazonian species *Bixa orellana*. The research had a qualitative approach and semi-structured questionnaires were used as a data collection instrument. From the research results, it was observed that the students managed to increase their level of knowledge about the contents that were covered in the classroom, and they felt motivated by carrying out the experimental class.

Keywords: Teaching-learning; intermolecular forces; polarity; Amazonian species; chromatographic method

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da Amazônia Legal	17
Figura 2 - Fotografia de uma separação utilizando Cromatografia em Camada delgada (CCD)	18
Figura 3 - Fruto do Urucum	21
Figura 4 - Estrutura química Bixina (I) Norbixina (II)	22
Figura 5 - Fotografia da obtenção dos pigmentos do urucum através da cromatografia em coluna (CC)	27
Figura 6 - Folder utilizado na pesquisa	29
Figura 7 - Frações obtidas do urucum, através da cromatografia em coluna	31
Figura 8 - Frações selecionada para serem utilizadas na aula prática	32
Figura 9 - Gráfico das respostas relacionadas à terceira pergunta	34
Figura 10 - Alunos da Escola Deusolina no segundo momento: Aula teórica	36
Figura 11 - Aula prática no laboratório da Escola Deusolina Salles Farias	37
Figura 12 - Grupos realizando a prática da cromatografia em camada delgada	38
Figura 13 - Separação dos pigmentos do urucum por cromatografia em camada delgada	39
Figura 14 - Separação das frações 16, 17 e 18, através da cromatografia em camada delgada	40
Figura 15 - Gráfico relacionado à primeira pergunta após aplicação dos conteúdos e prática	41
Figura 16 - Gráfico relacionada com as respostas da quarta pergunta	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frações e sistemas de solventes em que posteriormente foram coletadas	31
Tabela 2 - Frações e sistemas de solventes utilizados na aula prática	32
Tabela 3 - Respostas relacionadas à segunda pergunta	33
Tabela 4 - Respostas dos alunos, relacionadas a quinta pergunta	35
Tabela 5- Respostas relacionadas à segunda pergunta, após aplicação dos conteúdos e da prática	41
Tabela 6 - Respostas dos alunos, relacionadas a quinta pergunta	43

LISTA DE SIGLAS

CCD	Cromatografia em Camada Delgada
CC	Cromatografia em Coluna
CG	Cromatografia Gasosa
CL	Cromatografia Líquida
CS	Cromatografia Supercrítica
IFAP	Instituto Federal do Amapá
RF	Fator de retenção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Biodiversidade Amazônica	17
3.2	Cromatografia	18
3.3	Pigmentos	19
3.4	Espécie Amazônica como fonte de pigmentos	20
3.4.1	Urucuzeiro (<i>Bixa orellana</i> L.)	20
3.5	Química Orgânica	22
3.6	Ensino de química orgânica	23
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
4.1	Locus e sujeito da pesquisa	25
4.2	Caracterização da pesquisa	25
4.3	Organização da pesquisa/Delineamento experimental	26
4.3.1	Primeiro momento	26
4.3.2	Segundo momento	26
4.3.3	Terceiro momento	26
4.3.3.1	Organização da prática da cromatografia em camada delgada	27
4.3.3.2	Elaboração do Folder	28
4.3.4	Quarto momento	29
4.4	Instrumento e coleta de dados	29
4.5	Análise dos dados	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1	Obtenção dos pigmentos do urucum	31
5.2	Primeiro momento: Análise dos questionários para diagnose dos conhecimentos prévios	32
5.3	Segundo momento: Aplicação dos conteúdos programáticos	35
5.4	Terceiro momento: Prática experimental	36

5.5	Quarto momento: Análise do questionário após aplicação do conteúdo e da prática	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	50
	APÊNDICE B – ROTEIRO EXPERIMENTAL	51
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA	54
	APÊNDICE D – FOLDER	56

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química traz consigo uma série de informações bastante complexas para o processo de ensino-aprendizagem. Esse processo em si, está relacionado a fatores que acabam tornando o ensino insuficiente para a aprendizagem, estando eles diretamente ligados às metodologias utilizadas pelos professores para a transmissão do seu conhecimento. No entanto, esses métodos mais tradicionais acabam muitas das vezes fazendo com que os alunos percam o interesse pela disciplina, pois não conseguem compreender os assuntos abordados.

Nesse sentido, deve-se utilizar técnicas atrativas para o ensino de química. Técnicas essas que possam chamar atenção dos alunos para a compreensão dos conteúdos. É nessa perspectiva que entra a separação de pigmentos naturais de espécies amazônicas através da cromatografia em camada delgada. A riqueza da flora amazônica permite que inúmeras espécies possam ser utilizadas como fontes de pigmentos naturais e que se empregados junto com a cromatografia em camada delgada na separação de seus constituintes, podem ser aplicados de modo a facilitar o ensino-aprendizagem de química. Nessa lógica, adentra a separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie Amazônica *Bixa orellana* L. (urucum). A espécie em questão é bastante popular na região Amazônica e muito utilizada na indústria colorífica, por isso, apresenta a possibilidade de proporcionar uma boa visualização em um processo de separação de seus pigmentos.

A cromatografia em camada delgada, por sua vez, é uma técnica bastante eficaz na separação de misturas, que possui uma facilidade em relação a manuseio e de resultado rápido. Essa técnica de separação é realizada por meio de uma migração diferencial dos componentes de uma mistura entre a fase móvel e a fase estacionária. Essa migração diferencial possibilita que os diversos componentes de um pigmento sejam separados, proporcionando uma observação nas diversas colorações que compõem os pigmentos naturais de uma espécie.

Neste sentido, elaborou-se a seguinte problemática para a pesquisa: A separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), através da cromatografia em camada delgada pode estimular o ensino-aprendizagem de química em uma turma do 3º ano do ensino médio?

Nesta lógica, a metodologia desta pesquisa quanto a natureza caracteriza-se como de investigação básica, quanto aos objetivos de caráter exploratório e de procedimento experimental. Com relação ao problema, a pesquisa se caracteriza como qualitativa, objetivando os dados colhidos através de questionamentos respondidos pelos investigados. Diante disso, o trabalho dividiu-se em quatro momentos, no qual o primeiro foi destinado a

aplicação do questionário diagnóstico, o segundo momento consistiu na realização de uma aula teórica para a explicação dos conteúdos programáticos, no terceiro momento realizou-se a aula prática, onde utilizou-se o método cromatográfico e por fim, o quarto momento, onde foi aplicado o mesmo questionário para comparar os resultados obtidos.

Portanto o referido trabalho objetiva estimular o ensino-aprendizagem de química orgânica no terceiro ano do ensino médio, através da separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana* L., popularmente conhecida como urucum, utilizando a técnica da cromatografia em camada delgada.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimular o ensino-aprendizagem de química, através da separação dos pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana* L. utilizando a técnica da cromatografia em camada delgada em uma turma do 3º ano do ensino médio, da Escola Estadual Deusolina Salles Farias.

2.2 Objetivos Específicos

- Valorizar a biodiversidade amazônica;
- Desenvolver uma proposta de ensino utilizando o método cromatográfico para separação dos pigmentos da espécie amazônica *Bixa orellana*;
- Avaliar a proposta de ensino baseada na separação de pigmentos naturais a partir da cromatografia em camada delgada;
- Apresentar os pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana*;
- Relacionar os conteúdos programáticos forças intermoleculares e polaridade de química orgânica relacionados com a cromatografia.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Biodiversidade Amazônica

O termo “biodiversidade” ou “diversidade biológica”, pode ser compreendido como a variedade de organismos que habitam em uma determinada região num estipulado intervalo de tempo. Quanto maior o número de organismos presentes, mais biodiversa a região se volta. O cálculo da biodiversidade é obtido através da abundância de ecossistemas, espécies vivas, patrimônio genético e endemismo, ou seja, é determinada pelas ocorrências biológicas exclusivas de uma região (MEGALLE, 1999 apud AMARAL e VALE, 2010).

Segundo Diniz et al. (2017), diversas pesquisas indicam a região amazônica como sendo uma das regiões de maior biodiversidade do mundo. Sua variedade de espécies vegetais e animais chamam a atenção pela possibilidade de exploração econômica para diversos setores produtivos como: madeireiro e não madeireiro, onde se inclui, também, a atividade extrativista vegetal, alimentícia e de bebidas, aproveitamento suas diversas matérias-primas para elaboração de produtos de higiene pessoal e cosméticos, fármacos e medicamentos, incluindo fitoterápicos.

De acordo com Miguel (2017):

A Amazônia brasileira compreende a maior extensão de florestas úmidas contínuas do planeta, cerca de 3.700 km², e cobre mais de 5 milhões de km² do território nacional. Já a “*Gran amazonia*” ocupa uma área de aproximadamente 7.600.000 km², incluindo os seguintes países sul-americanos: Brasil, Peru, Colômbia, Equador, Bolívia, Guiana Francesa, Suriname, Guiana e Venezuela. A Amazônia Legal (Figura 1) engloba nove Estados brasileiros: Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins.

Figura 1- Mapa da Amazônia Legal.



Fonte: MIGUEL (2017)

3.2 Cromatografia

A cromatografia (Figura 2), é um método físico-químico de separação de misturas, onde os compostos são separados de acordo com a agilidade em que são conduzidos de uma fase estacionária, por um gás ou líquido de uma fase móvel. Esta técnica possui variadas utilizações, como purificação de substâncias, identificação de substâncias ou separação de substâncias indesejáveis. A mesma pode ser dividida em quatro tipos principais: cromatografia gasosa, cromatografia de camada delgada, cromatografia em coluna e cromatografia líquida de alta eficiência (OLIVEIRA, 2022).

Figura 2- Fotografia de uma separação utilizando Cromatografia em Camada Delgada (CCD).



Fonte: Autora, 2023.

De acordo com Amorim (2019), o termo cromatografia foi utilizado pelo Botânico Russo Mikael S. Tswett em 1906, para apresentar suas experiências com extrato de folhas. Tswett aplicou colunas de vidro incluindo carbonato de cálcio (fase estacionária) e inseriu o extrato no topo da coluna, como se quisesse fazer uma filtração. Logo após, adicionou éter de petróleo (fase móvel) e com isso, notou diversas faixas coloridas ao longo da coluna. Provavelmente, este foi o motivo pelo qual a técnica foi chamada de cromatografia.

Os métodos cromatográficos podem ser especificados de acordo com o tipo de suporte empregado, ou seja, cromatografia planar e cromatografia de colunas. A técnica de cromatografia planar é retratada pelas cromatografias em papel e camada delgada. Na primeira ocorrência, a identificação e divisão advêm da interação dos componentes da mistura acerca da superfície do papel (onde a fase estacionária será a celulose). Na cromatografia em camada

delgada os contatos acontecem em uma camada fina de adsorvente (fase estacionária) em cima de um suporte (normalmente placa de vidro ou alumínio). Nos dois casos, ao elevar o papel ou a camada adsorvente pela ação da gravidade ou pela ação da capilaridade, o solvente deslocará mais os compostos que têm menor interação com a fase estacionária, promovendo a separação dos mesmos. A cromatografia em coluna, está dividida em três categorias de acordo com a natureza da fase móvel empregada: Cromatografia gasosa (CG), cromatografia líquida (CL) e cromatografia supercrítica (CS) (SERAFIM, 2019).

Segundo Skoog et al. (2006), a cromatografia é um importante método empregado de jeito amplo e que possibilita a separação, determinação e identificação de componentes químicos em misturas complexas. Nenhum outro método de separação é tão influente e de eficácia tão universalizada como a cromatografia.

3.3 Pigmentos

Para Martinho e Monteiro (2011), os pigmentos podem ser caracterizados como orgânicos ou inorgânicos, sintéticos ou naturais, e mantém uma diferença entre si devido sua opacidade, resistência a intempéries, facilidade de dispersão e moagem. Os pigmentos naturais podem ser detectados em diversos compostos que estão inseridos em nosso cotidiano, os mesmos compõem uma variedade de cores onde podemos distinguir e identificá-los, como nos vegetais, frutos, folhas e flores de inúmeras plantas. Da mesma maneira, os pigmentos também são responsáveis pela tonalidade das penas de aves, além de existirem em minerais e outros tipos de animais. A partir da evolução da ciência, é possível compreender nos dias de hoje que alguns microrganismos como, fungos, algas e bactérias também são aptos a sintetizar pigmentos.

Desde a antiguidade, o homem utiliza os pigmentos disponíveis na natureza para colorir tecidos, materiais de decoração, corpos humanos, cosméticos e alimentos. Nos alimentos, tanto em nossa casa quanto na indústria, os pigmentos são empregados com o intuito de tornar os produtos mais atrativos proporcionando características a eles, mantendo a cor almejada pelo consumidor. Assim, é possível reforçar a cor de algum alimento ou ainda assimilar a sua cor original perdida durante a fabricação ou preparação (CHISTÉ; XAVIER, 2020).

De acordo com Pinheiro (2010), a visualização das cores apresentadas pelos pigmentos deve-se à capacidade de absorção de comprimentos de onda de luz visível. Porém, se faz importante não confundir a cor emitida pelas substâncias, com a cor absorvida, pois a cor real de uma substância colorida é precisamente a que não foi capaz de ser absorvida. Tendo como

exemplo, um tecido branco não absorve qualquer comprimento de onda da luz visível, mas reflete-os, entretanto, um tecido preto absorve todos, mas não é capaz de refleti-los. Isso está inteiramente ligado às estruturas moleculares dos compostos, ou seja, a possibilidade de ressonâncias eletrônicas nas ligações duplas conjugadas das moléculas, permitindo os elétrons absorverem energia luminosa e se rearranjar, refletindo a luz em consequência.

Tais fatores que caracterizam as substâncias através da luz, explica vários fenômenos do nosso dia a dia, envolvendo a lucidez das cores através da visão, da variedade de cores das frutas, flores, vegetais, na pigmentação da nossa pele e no caso de espécies que mudam de coloração, como o escurecimento de folhas e frutos. Ainda está presente na coloração de líquidos, como o vinho, sangue e corantes naturais de roupas. De outra maneira, pode-se afirmar que existe uma explicação química para a magia da coloração (PINHEIRO, 2010).

De acordo com Chisté e Xavier (2020), os principais pigmentos naturais são de origem vegetal e, dependendo do tipo de pigmento, a obtenção desses compostos em grandes quantidades depende do tipo de vegetal. A viabilidade de extração de grandes quantidades de corantes naturais depende, principalmente, da quantidade de pigmento presente no vegetal. Para além das fontes, técnicas de extração mais sustentáveis e verdes, como uso de fluidos supercríticos ou solventes iônicos também são objeto de pesquisa nas últimas décadas.

3.4 Espécie Amazônica como fonte de pigmentos

Sabe-se, que muitas espécies amazônicas possuem variadas substâncias que podem colaborar para a coloração de pigmentos e possuem um papel importante nas atividades biológicas do ser humano, seguramente na saúde de quem a inclui na sua alimentação. Deste modo, a espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum) utilizada na pesquisa, carrega propriedades valorosas no que diz respeito a sua pigmentação.

3.4.1 Urucuzeiro (*Bixa orellana* L)

O urucuzeiro (*Bixa orellana*), é uma planta arbórea, pertencente à família botânica *Bixaceae*, oriundo da América Tropical. A palavra “urucu” é derivada do tupi “*uru-ku*”, que quer dizer “vermelho” (PEREIRA; CARNEIRO; ANDRADE, 2009). Trata-se de uma planta rústica, perene, de ascendência pré-colombiana e pertence à flora amazônica, podendo chegar até 6 m de altura. Seus frutos (Figura 3) possuem sementes de pigmentação avermelhada, bastante utilizadas pelos indígenas tanto para proteção contra insetos, quanto para aplicação

medicinal e ornamental através de pintura sobre o corpo (PEREIRA; CARNEIRO; ANDRADE, 2009).

Figura 3- Fruto do urucum.

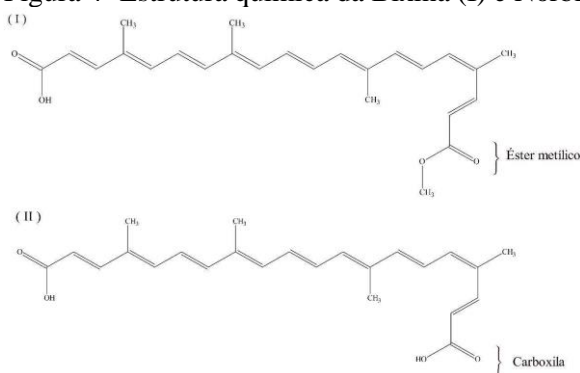


Fonte: Autora, 2023.

Para Demczuk Junior e Ribani (2015), dentre os corantes empregados na indústria alimentícia, o urucum é uma das matérias-primas no qual consegue-se extrair vários tipos de pigmentos naturais. O corante de urucum é obtido da superfície externa das sementes por imersão em solução alcalina, solventes orgânicos ou óleo vegetal. Além dos preparos comerciais, a maior parte das sementes de urucum extraídas no Brasil são usadas na preparação do colorífico, a partir da mistura do pigmento ou da semente triturada com farinha de milho, sal e óleo vegetal.

De acordo com Carvalho et al. (2010), além dos principais pigmentos do urucum, os carotenóides bixina e norbixina (Figura 4), suas sementes apresentam uma fração lipídica rica em geranilgeraniol e tocotrienóis. O geranilgeraniol é um metabólito secundário que exerce várias atividades biológicas e contém significativas propriedades farmacológicas, como biossíntese das vitaminas E e K. Os tocotrienóis fazem parte do grupo das vitaminas lipossolúveis, sendo um dos componentes da vitamina E. Os dois podem ser utilizados como complemento nutricional, nutracêutico, bebidas funcionais ou alimentos.

Figura 4- Estrutura química da Bixina (I) e Norbixina (II)



Fonte: Autora, 2023.

Segundo Garcia et al. (2012), às diferenças estruturais entre bixina e norbixina, decorrem em características como a solubilidade, polaridade, coloração e, conseqüentemente, demonstram distintas utilidades tecnológicas. Nas concentrações previstas pelas agências reguladoras, o aproveitamento desses carotenóides é assegurado e além das aplicabilidades como corante, podem ser usados nas indústrias como antioxidantes naturais, favorecendo uma opção para compensar ou reduzir o uso de aditivos artificiais em produtos cárneos.

3.5 Química Orgânica

Para Carneiro (2010), a “Química Orgânica é o âmbito da química que estuda os compostos do carbono”. Tal declaração está exata, mas, nem todos os compostos que possuem carbono são orgânicos, por exemplo, o ácido carbônico, dióxido de carbono, o diamante, o grafite, etc. O químico alemão Friedrich Kekulé (1829-1896) aperfeiçoou várias pesquisas na área da química orgânica, incluindo a Teoria da Tetravalência do Carbono (1858) (CARNEIRO, 2010).

Desde o final do séc. XIX até os dias atuais, a química orgânica teve uma grande evolução. Hoje em dia existem compostos orgânicos naturais como, carvão mineral, petróleo, produtos agrícolas, gás natural, etc. Os compostos orgânicos sintéticos bem como, plásticos e fibras têxteis, corantes, medicamentos, entre outros também são orgânicos. A síntese de novos compostos orgânicos, teve início no século XXI, e tem sido uma importante ferramenta que tem como fonte inspiração a natureza. A síntese orgânica pode ainda atuar modificando produtos naturais, tudo isso para produzir materiais ou substâncias que consumimos e utilizamos em nosso dia a dia, contribuindo com avanços e descobertas científicas, evidenciando a química como uma ciência essencial para a modificação social (SILVA, 2014).

Para Silva et al. (2011), na atualidade, os compostos orgânicos estão agrupados em funções orgânicas, que são grupos de substâncias que possuem um mesmo grupo funcional. Esses grupos funcionais, são arranjos específicos de átomos, que conferem a essas funções orgânicas propriedades físicas semelhantes. Por meio da química orgânica, podemos compreender que os compostos orgânicos estão inseridos no nosso cotidiano, sendo de grande importância para a sociedade. Porém, muitas vezes essa riqueza de aplicações, essa variedade de conceitos e as inúmeras possibilidades de atividades experimentais não são tão bem explorados no ensino de química orgânica.

De acordo com Amin (2015), toda a dimensão amazônica está coberta pela maior floresta tropical do mundo, contendo o mais alto estoque de recursos genéticos do século atual. Políticas públicas mais responsáveis devem ser pensadas para a região, tendo como meta a diminuição das perdas do bioma amazônico. Em um cenário global, a Amazônia é vista como uma obrigação para as novas gerações, é o que diz o Relatório da Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento “Nosso Futuro Comum”, de 1987.

Para Fearnside (1999), com a existência de grandes riquezas presentes nessa parte do país, acabam surgindo diversos problemas. O desmatamento é uma das evidências dos danos que atingem essa região, ele é praticado por diversas razões como: aumento da fronteira agrícola, extração de madeira, crescimento das cidades, entre outras coisas. O garimpo ilegal também se externa em inúmeras áreas da floresta amazônica. Pode-se evidenciar o tráfico de animais, o tráfico de drogas, e a biopirataria, assim como outros exemplos de ações que vem crescendo com o decorrer dos anos prejudicando e acabando com os recursos da Amazônia.

3.6 Ensino de química orgânica

Para Marcondes et al. (2015), o ensino de Química Orgânica no Brasil tem sido um grande problema da educação química, por, pelo menos, três grandes motivos: ser dissociada dos demais assuntos da Química, não ser contextualizado e por possuir como bases, operações de classificação e nomenclatura de compostos orgânicos. A Química Orgânica é aplicada, regularmente, na 3ª série do Ensino Médio, como um âmbito quase que desagregado da química, transmitindo a ideia de que os princípios e leis estudados na Físico-Química e Química Geral, não tem relação com os compostos de carbono. A química orgânica é ignorada no 1º e 2º ano do ensino médio, devido ser vista de maneira separada do restante da química.

Segundo Valentim et al. (2016), “o ensino de química orgânica facilita um melhor entendimento para os alunos proporcionando um conhecimento que lhes concedem visualizar os aspectos naturais do dia a dia que os rodeiam”.

O estudo de química orgânica nas várias etapas de ensino, possui um grande significado devido à necessidade de se aplicar muitas substâncias com a existência do carbono em sua estrutura. As mesmas estão presentes em nosso cotidiano e são essenciais para a conservação da vida no planeta (DEL PINO; FERREIRA, 2009).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Lócus e sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Deusolina de Salles Farias, que se localiza na Avenida Goiás, 107, Pacoval, Macapá-AP. Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram 22 alunos de uma turma do 3º ano do ensino médio, com faixa etária entre 16 a 18 anos, sendo 9 do sexo feminino e 13 do sexo masculino, que estavam regularmente matriculados na referida escola.

4.2 Caracterização da pesquisa

A pesquisa tem por natureza a investigação básica, devido a mesma possuir como o objetivo central gerar conhecimentos acerca dos assuntos relacionados à cromatografia em camada delgada que serão abordados na pesquisa, provocando o aumento no estímulo e desenvolvimento da aprendizagem. A pesquisa básica também é conhecida como pura ou fundamental, que segundo Gerhardt e Silveira (2009) “objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação prática prevista, envolve verdades e interesses locais”.

Quanto à caracterização do problema, a pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, pois a mesma possui o objetivo de obter dados retratados através de questionários, para uma maior compreensão do entendimento por meio da perspectiva dos investigados. Segundo Ana e Lemos (2018), a pesquisa qualitativa funda-se em amostras pequenas, que propicia pontos de vistas e ideias iniciais para a problemática da pesquisa, onde seus dados podem ser examinados através de dados primários e secundários.

Em relação aos objetivos, a pesquisa possui um caráter exploratório, considerando-se que a mesma consiste em evidenciar e constatar se a separação de pigmentos naturais da espécie amazônica, utilizando o método cromatográfico pode estimular no ensino-aprendizagem. Para Gil (2007), a pesquisa exploratória tem como foco principal o aperfeiçoamento de descobertas de intuições ou ideias, sendo bastante flexível de modo a possibilitar as considerações dos mais variados pontos de vistas relativos ao fato estudado.

No que se refere ao procedimento, a pesquisa a ser abordada se caracteriza como experimental, pois espera-se observar os efeitos produzidos ao se utilizar o método cromatográfico para separar os pigmentos naturais da espécie amazônica. A pesquisa

experimental consiste na escolha de um instrumento de estudo, mediante variáveis capazes de influenciar, definindo assim, formas de controles e observações que tais variáveis produzem (GIL, 2007).

4.3 Organização da pesquisa/Delineamento experimental

Para chegar aos objetivos almejados, tais como a coleta de dados, a pesquisa foi dividida e executada em 4 (quatro) momentos, realizados em dois dias. Em cada dia foram utilizadas duas aulas de 45 minutos cada. O primeiro momento consistiu na aplicação de um questionário diagnóstico sobre o conhecimento prévio a respeito do conteúdo relacionado à prática. O segundo momento foi realizado no mesmo dia do primeiro, nele foi ministrada uma aula teórica sobre os conteúdos programáticos polaridade, forças intermoleculares e noções básicas de cromatografia. O terceiro momento foi realizado no segundo dia, em que foi ministrada uma experimental sobre cromatografia com os pigmentos extraídos do urucum e o quarto momento, realizado no mesmo dia em que o terceiro, consistiu novamente na aplicação do questionário.

4.3.1 Primeiro momento

No primeiro momento, foi aplicado na turma um questionário semiestruturado (apêndice A) com intuito de analisar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conteúdos que ainda seriam abordados.

4.3.2 Segundo momento

No segundo momento, foi ministrada uma aula sobre os assuntos do conteúdo programático relacionados à cromatografia: interações intermoleculares e polaridade; a espécie amazônica popularmente conhecida como urucum, produtora de substâncias biologicamente ativas e de pigmentos e também o método cromatográfico que seria utilizado na pesquisa. A aula foi realizada de modo tradicional, utilizando apenas quadro e pincéis. O plano de aula encontra-se no apêndice C.

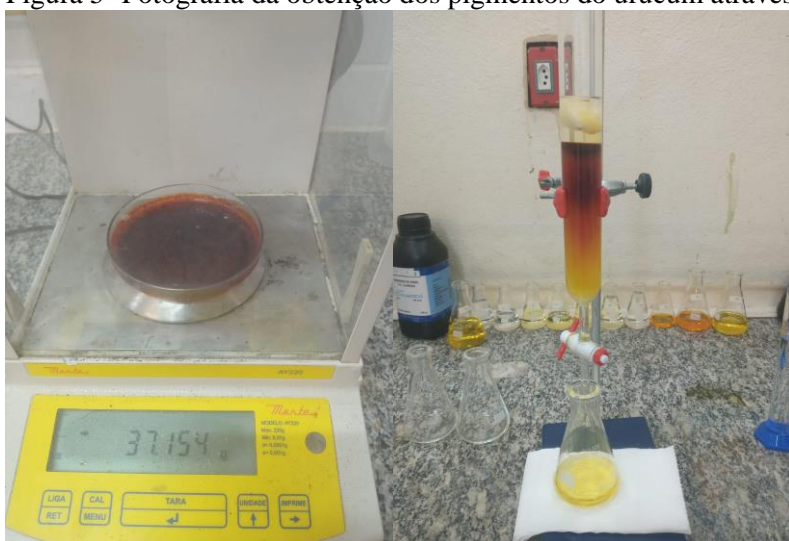
4.3.3 Terceiro momento

No terceiro momento a turma foi dividida em quatro grupos, onde cada grupo realizou a prática da cromatografia em camada delgada. Nele foram entregues para a turma folders contendo os conteúdos relacionados à aula e o roteiro (apêndice B), que descreveu passo a passo a prática experimental. Enquanto os materiais estavam sendo arrumados na bancada, um aluno era convocado a ler um tópico do folder, com o intuito de recapitularmos os assuntos que foram ministrados na aula teórica.

4.3.3.1. Organização da prática da cromatografia em camada delgada

Os frutos do urucum utilizados na pesquisa, foram colhidos no bairro novo horizonte e no laboratório de Química Geral do IFAP, suas sementes foram retiradas, trituradas e maceradas com etanol 90%. Após dois dias o material foi filtrado, descartando-se o resíduo e armazenando-se a solução etanólica, que foi então concentrada sob pressão reduzida. O material concentrado foi transferido para uma capela de exaustão para evaporação do solvente residual e obtenção do extrato etanólico das sementes de urucum (37,154 g). O extrato (Figura 5) foi então submetido à cromatografia em coluna (CC), utilizando-se como fase estacionária sílica gel e fase móvel misturas de hexano e acetato de etila em gradiente de polaridade. As frações resultantes da cromatografia em colunas foram posteriormente utilizadas na aplicação da aula experimental.

Figura 5- Fotografia da obtenção dos pigmentos do urucum através da cromatografia em coluna (CC).



Fonte: Autora, 2023

Para a aplicação da aula prática foram utilizados alguns materiais cedidos pelo Instituto Federal do Amapá-IFAP. Os grupos pegaram os pigmentos obtidos da cromatografia em

coluna, previamente solubilizados, que estavam dentro de frascos enumerados, e inocularam com o auxílio de um tubo capilar uma pequena alíquota da amostra na placa cromatográfica. As placas foram cortadas com 5 cm de largura por 5 cm de comprimento e cada uma recebeu três inóculos de diferentes pigmentos selecionados. Em seguida a placa com as três amostras inoculadas foi transferida para um copo de bécker contendo uma pequena quantidade de fase móvel, que consistiu em uma mistura dos solventes hexano/acetato de etila nas proporções de 9:1, 8:2, e 1:1. O solvente ao entrar em contato com a placa, migrou verticalmente por capilaridade passando pelas frações que foram inoculados. À medida que a fase móvel migrava, os pigmentos eram separados. A separação se deu porque os componentes do extrato hora interagem melhor com o solvente e hora melhor com a sílica da placa, promovendo diferentes velocidades de migração dos componentes dos pigmentos. Quando o solvente se aproximava da borda superior, a placa era retirada do copo de bécker e era deixada em repouso para evaporar o solvente. Uma vez evaporado o solvente, a placa era mergulhada rapidamente em um revelador (metanol/ácido sulfúrico), e logo era submetida à um aquecimento em sanduicheira, para revelar as substâncias nela presentes. Os reveladores são substâncias ou misturas de substâncias que reagem com os compostos orgânicos presentes na superfície da placa, com ou sem auxílio de temperatura, auxiliando na observação daqueles compostos inicialmente incolores na placa cromatográfica (SILVA, et al, 2009).

Desta maneira, os alunos puderam ver a mudança de coloração das substâncias que reagiram com o revelador proporcionando para eles uma visualização de substâncias que compõem as pigmentações do extrato obtido das sementes de urucum.

Para a aplicação da aula prática foram utilizados: Copos de Becker, vidros de relógios, placa de Petri, pinças, frascos âmbar, placas cromatográficas de alumínio com sílica gel, pipetas, pigmentos obtidos das sementes de urucum, sanduicheira, etanol, hexano, acetato de etila, metanol e ácido sulfúrico.

4.3.3.2 Elaboração do Folder

No folder (Figura 6 e apêndice D) elaborado e utilizado no terceiro momento, foram inseridas informações sobre cromatografia em camada delgada e a forma que foram extraídos os pigmentos. Também foi ressaltada a espécie amazônica utilizada na pesquisa, além dos conteúdos programáticos: interações intermoleculares e polaridade. O intuito de desenvolver o mesmo foi fornecer um material didático de apoio sobre os conteúdos programáticos ministrados, fazer com que os alunos pudessem participar da aula através da leitura e

proporcionar a eles a visualização ampla do processo desde a obtenção dos extratos. O folder continha ilustrações para auxiliar no entendimento dos alunos.

Figura 6- Folder utilizado na pesquisa.



Fonte: Autora, 2023

4.3.4 Quarto momento

Por fim, no quarto momento, foi aplicado na turma o mesmo questionário do primeiro momento, para assim poder comparar as respostas obtidas em ambas etapas, com o intuito de analisar se a mesma chegou ao resultado esperado.

4.4 Instrumento de coleta de dados

Para a coleta de dados, a referida pesquisa visa explorar a utilização de questionários semiestruturados, onde se utilizam perguntas semiabertas, no qual possibilitará gerar os dados essenciais para verificar se o objetivo da pesquisa foi alcançado. A respeito dos questionários semiestruturados, Manzini (2004) diz que o mesmo possui o foco no qual elaboramos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões particulares às situações momentâneas à entrevista.

4.5 Análise dos dados

A análise de dados se deu através da obtenção das respostas dos questionários semiestruturados que foram aplicados no início e no final da pesquisa. Nesse sentido, se fará uma análise de conteúdo por meio das respostas obtidas dos questionários. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a análise de conteúdo, é uma técnica de pesquisa que possui certas propriedades metodológicas, tais como: inferência, sistematização e objetividade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Obtenção dos pigmentos do urucum

A partir da maceração das sementes de urucum com etanol, foram obtidos 546 mg de extrato. Esse material foi submetido à cromatografia em coluna, resultando em 20 frações (Figura 7), eluídas em diferentes sistemas de solventes (Tabela 1).

Figura 7- Frações obtidas do urucum, através da cromatografia em coluna (CC).



Fonte: Autora, 2023.

Tabela 1- Frações e sistemas de solventes em que posteriormente foram coletadas.

FRAÇÕES	SISTEMAS DE SOLVENTES DA FASE MÓVEL
1 a 6	Hexano a 100%
7 a 9	Hexano/acetato de etila a 10%
10 a 11	Hexano/acetato de etila a 20%
12 a 16	Hexano/acetato de etila a 50%
17 a 18	Acetato de etila a 100%
19 e 20	Metanol a 100%

Fonte: Autora, 2023.

Das 20 frações, nove foram selecionadas para utilização na proposta de aula, pois eram as que apresentavam pigmentos com maior diferença de tonalidade. As frações selecionadas foram as de número 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 (Figura 8). Com as frações selecionadas foram realizados diversos testes de CCD variando o sistema de solvente da fase móvel, para que se encontrasse o melhor sistema para a realização da aula experimental. Os sistemas de solventes escolhidos (Tabela 2) foram aqueles em que as manchas apresentavam um Fator de Retenção (RF) entre 0,4 e 0,6. O RF é estipulado como a razão entre a distância percorrida pela

mancha dos componentes da amostra (dc) do urucum e a distância percorrida pelo sistema de solvente (ds).

Sendo assim:

$$Rf = \frac{dc}{ds}$$

Figura 8- Frações selecionadas para serem utilizadas na aula prática.



Fonte: Autora, 2023

Tabela 2- Frações e sistemas de solventes utilizados na aula prática

FRAÇÕES SELECIONADAS	SISTEMAS DE SOLVENTES
8, 9 e 10	Hexano/acetato de etila a 50%
13, 14 e 15	Hexano/acetato de etila a 60%
16, 17 e 18	Hexano/acetato de etila a 80%

Fonte: Autora, 2023.

A partir da escolha dos pigmentos e das condições cromatográficas, os sistemas de solvente foram preparados previamente para aplicação da aula experimental.

5.2 Primeiro momento: Análise dos questionários para diagnose dos conhecimentos prévios

Ao ser aplicado o questionário para se obter um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos, vale ressaltar, que as respostas foram fundamentadas na compreensão e parecer dos conhecimentos dos próprios investigados em relação às perguntas abordadas nos questionários,

sem utilizar nenhum tipo de material digital ou didático que pudessem alterar a veracidade das respostas.

Com relação à primeira pergunta onde foi indagado aos alunos “Você conhece o método da cromatografia em camada delgada”, os vinte e dois investigados responderam que não, tendo em vista que ninguém tinha o conhecimento do método cromatográfico, sendo assim a primeira vez que o assunto foi apresentado para eles.

Sobre o segundo questionamento, dos vinte e dois alunos que participaram da pesquisa, dezenove marcaram que não conhecem nenhum método de separação de misturas, e apenas três alunos marcaram que sim, e descreveram de acordo com seus conhecimentos, qual tipo de separação de misturas conheciam (Tabela 3).

Tabela 3- Respostas relacionadas à segunda pergunta.

Você conhece algum método de separação de misturas? Se sua resposta for sim, qual?	
19 alunos	NÃO
Aluno 4	Sim, decantação.
Aluno 6	Sim, decantação, destilação.
Aluno 8	Sim, separação de resíduos da água quando filtrada.

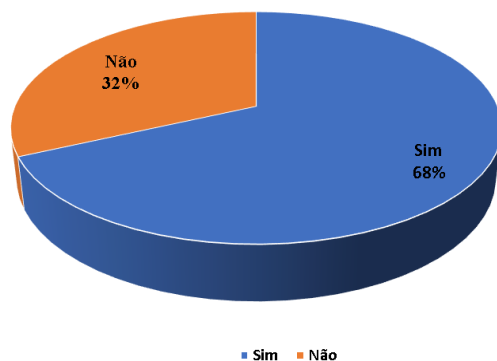
Fonte: Autora, 2023.

Após os alunos responderem à pergunta, pode-se constatar que seus conhecimentos a respeito de separação de misturas são muito pequenos, e podemos levar em consideração que é um assunto já visto por eles, uma vez que esses métodos são abordados no conteúdo programático do primeiro ano do ensino médio.

Com relação à terceira pergunta, foi indagado aos alunos “Através de seus conhecimentos químicos, você acha que o pigmento das sementes da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), pode ser submetido a alguma técnica de separação de misturas?”. De acordo com análise das respostas nota-se que a maior parte dos investigados acredita que o pigmento obtido pode sim ser separado por técnicas de separação de misturas, quinze alunos assinalaram sim, totalizando um percentual de 68% de respostas “sim”. E sete alunos assinalaram não, totalizando o percentual de 32%, acreditando que o pigmento da espécie não seria capaz de ser separado, demonstrando que não acreditam na eficácia de métodos de separação de misturas ou que o pigmento não se tratava de uma mistura. Os resultados da terceira pergunta estão representados na figura 9.

Figura 9- Gráfico das respostas relacionadas à terceira pergunta.

Através de seus conhecimentos químicos, você acha que o pigmento das sementes da espécie amazônica *Bixa Orellana* (urucum), pode ser submetido a alguma técnica de separação de misturas?



Fonte: Autora, 2023.

Na quarta pergunta, foi feito o seguinte questionamento “Você conhece os assuntos: Forças intermoleculares e polaridade?”. Observou-se que 100% dos alunos marcaram “não”, nota-se que muitos assuntos que deveriam ser abordados no 3º ano, acabam não sendo ministrados, e esse fator pode estar ligado aos períodos de greve que prejudicam diretamente o ensino com o atraso do calendário escolar, fazendo com que muitos assuntos não sejam vistos ou que simplesmente os alunos podem ter esquecido dos conteúdos.

Na pergunta cinco (Tabela 4), última pergunta do questionário, foi indagado aos alunos “Você acha que o método da cromatografia em camada delgada é um método eficaz na separação de misturas? Se a resposta for sim, justifique”. Um total de dezesseis alunos, assinalaram a alternativa “não”, ou seja, acham o método cromatográfico não eficaz. Um aluno escreveu que “não sabia” e quatro alunos marcaram a opção “sim”, mas suas justificativas estão um pouco confusas. Percebeu-se que na maior parte dos que marcaram “sim” acham que o método é eficaz, justificando que os ajudaria em seu conhecimento, mas não justificaram com base nos princípios cromatográficos. Para Silva et al. (2009), a cromatografia é bastante utilizada, principalmente no ensino de química orgânica experimental, devido sua eficácia nas análises qualitativas e quantitativas, tanto para analisar, separar ou detectar a pureza de uma amostra simples.

Tabela 4- Respostas dos alunos, relacionadas a quinta pergunta.

Você acha que o método da cromatografia em camada delgada é um método eficaz na separação de misturas? Se a resposta for sim, justifique.	
16 alunos	NÃO
Aluno 4	Sim, apresenta um assunto ainda não visto.
Aluno 6	Não sei.
Aluno 9	Sim, pois ajuda a melhorar nosso conhecimento.
Aluno 12	Sim, porque é essencial para o nosso conhecimento.
Aluno 14	Sim, porque ela pode avaliar nosso nível de conhecimento.
Aluno 15	Sim, pois preciso aprender mais sobre o assunto.

Fonte: Autora, 2023.

Com base nas análises das respostas do questionário para saber o entendimento prévio dos alunos que participaram da pesquisa, constatou-se que a realização da mesma iria estimular o ensino-aprendizagem dos alunos, visto que os mesmos possuem poucos conhecimentos nas temáticas apresentadas e experiências no que diz respeito ao ensino experimental. Sobre o ensino experimental, Lôbo (2012), diz que “pode aumentar a motivação dos alunos e ensiná-los as tarefas manipulativas e, a discussão dos resultados contribui para a aprendizagem dos conceitos científicos”.

Dessa forma, as análises diagnósticas das perguntas um e dois demonstram a falta de conhecimento tanto acerca do método cromatográfico, cujo nenhum aluno conhecia, quanto dos demais métodos de separação de misturas, pois predominantemente os alunos disseram não conhecer outro método de separação de misturas. No que diz respeito ao questionamento três, mesmo os alunos não tendo realizado a prática a grande parte acredita que o pigmento das sementes do urucum, pode ser submetido a algum método de separação de misturas, e em relação aos questionamentos quatro, ficou evidente que muitos assuntos que deveriam ser ministrados, acabam não sendo visto ao longo do ano letivo. Por fim, em relação ao quinto questionamento, a maioria acha que o método cromatográfico não é eficaz, devido ao pouco conhecimento que os alunos tinham até o momento antes da aplicação dos conteúdos programáticos.

5.3 Segundo momento: Aplicação dos conteúdos programáticos.

O segundo momento se deu através de uma aula teórica de 90 minutos, realizada de modo tradicional, visando reforçar as principais deficiências identificadas no momento de diagnóstico. Para Krüger e Ensslin (2013), no método tradicional de ensino, o professor é o indivíduo ativo no processo de ensino-aprendizagem, onde seu conhecimento é repassado para os alunos, geralmente através de aulas teóricas. Desta maneira foram explanados para os alunos (Figura 10) os conteúdos programáticos: forças intermoleculares e polaridade. Estes assuntos estão relacionados com o princípio do método cromatográfico, sendo assim, foi explicado para os alunos como identificar a polaridade das substâncias e os principais tipos de forças intermoleculares. Os assuntos ministrados para os investigados foram importantes, pois auxiliaram os mesmos a compreender a separação dos pigmentos da espécie amazônica *Bixa orellana*, através da utilização da cromatografia em camada delgada.

Figura 10- Alunos da Escola Estadual Deusolina no segundo momento: aula teórica.



Fonte: Autora, 2023.

Na aula, também foi possível explicar os conceitos de cromatografia em camada delgada e seu funcionamento. Assim, os alunos puderam compreender a funcionalidade da cromatografia quando ensinado a eles o princípio da técnica. Em seguida foi realizada uma abordagem sobre espécies da flora amazônica e dentre elas foi apresentada a *Bixa orellana* (urucum), destacando-se suas utilidades e composição química, apresentando as fórmulas estruturais das principais substâncias, bixina e norbixina, que são as principais responsáveis por dar a coloração avermelhada às sementes.

5.4 Terceiro momento: Prática experimental

A aula prática de separação dos pigmentos do urucum por cromatografia, realizada no laboratório da escola em duas aulas de 45 minutos cada, iniciou-se com a distribuição de um folder para cada aluno. Essa foi a maneira de fazer com que a turma se lembrasse da aula teórica. Assim, os conteúdos programáticos e o método cromatográfico foram sendo revisados, para facilitar o entendimento dos alunos. Foi ressaltado também como sucedeu-se a extração dos pigmentos, visto que o material foi levado já extraído e o mesmo passou pela cromatografia em coluna.

Nessa etapa experimental a turma dividiu-se em quatro grupos e enquanto eram organizados os materiais para a prática (Figura 11), um aluno era escolhido para ler um determinado tópico do folder que foi entregue para eles. Após relembrar os assuntos, explicar e demonstrar como eles iriam realizar a prática, os grupos iniciaram a execução. Cada grupo preparou 3 CCDs (Figura 12), visto que foram selecionadas para a prática 9 (nove) amostras distintas de pigmentos do urucum (8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18). Em cada análise foram inoculados na placa cromatográfica 3 amostras de pigmento, sendo organizados da seguinte forma: placa 1 - frações 8, 9 e 10; placa 2 - frações 13, 14 e 15; placa 3 - frações 16, 17 e 18.

Figura 11- Aula prática no laboratório da escola Deusolina Salles Farias.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 12- Grupos realizando a prática da cromatografia em camada delgada.



Fonte: Autora, 2023.

A fase móvel utilizada na eluição das frações 8, 9 e 10, foi constituída por hexano/acetato de etila na proporção de 1:1. Após as amostras terem sido inoculadas, a placa foi transferida para um copo de bécker contendo o sistema de solvente. Nesse momento os alunos puderam ver as substâncias da amostra migrarem pela placa e serem separadas, os mesmos puderam notar que o pigmento obtido da espécie amazônica *Bixa orellana* trata-se de uma mistura de outros pigmentos e se utilizada a técnica adequada, pode-se separar esses componentes. Finalizada a eluição, os alunos aplicaram o revelador na placa (metanol + ácido sulfúrico), que tem a finalidade de revelar compostos que não apresentam coloração na CCD. Na sequência a placa foi revelada em fonte de aquecimento, que consistiu de uma sanduicheira. Durante esse procedimento foi possível observar a mudança de coloração dos componentes separados, que antes eram vermelhas e amarelas, para verde e marrom após a aplicação do revelador. Os procedimentos de inoculação das amostras na placa, eluição em determinada fase móvel e revelação da placa, foram comuns às outras duas análises, o que variou foi a composição da fase móvel.

Ao realizarem a prática da cromatografia em camada delgada (Figura 13) com as frações 13, 14 e 15, foi utilizada uma fase móvel composta de hexano/acetato de etila na proporção de 2:3. Nesta análise, ao se aplicar as amostras na placa, observou-se que os inóculos ficaram totalmente invisíveis, aparentemente parecia que as placas não continham nenhum tipo de amostra. Ao finalizar a eluição e aplicar o revelador, os alunos puderam ver a coloração marrom aparecer por onde as substâncias migraram. Quando a placa foi levada ao aquecimento na

sanducheira os compostos ficaram com tonalidades marrom mais intensas. Percebeu-se que o fato da coloração aparecer ao passar pelo revelador chamou bastante atenção dos alunos, devido a sua coloração inicial ser pouco perceptível.

Neste momento houveram alguns questionamentos a respeito dos extratos utilizados. Alguns alunos perguntaram o porquê de as frações serem quase incolores e não aparecerem na placa cromatográfica e quando inseridos no revelador apareceu o rastro percorrido. Após a pergunta foi explicado que algumas substâncias orgânicas podem apresentar tal característica, que os reveladores ajudam na detecção das substâncias, proporcionando a mudança de coloração por meio de uma reação com as substâncias que inicialmente não apareciam na placa. Outros alunos questionaram sobre as frações serem de tonalidades diferentes, uma vez que foram extraídos todos dos mesmos frutos. A partir de tal questionamento foi explicado que a coloração das sementes do urucum é o resultado de coloração de todas as substâncias que o compõem, porém quando as substâncias dessa mistura são separadas observa-se que possuem tonalidades e colorações distintas, devido a diferenças em suas fórmulas estruturais.

Figura 13- Separação dos pigmentos do urucum por cromatografia em camada delgada.



Fonte: Autora, 2023.

Para a terceira CCD, em que foram inoculadas as amostras 16, 17 e 18, (Figura 14) foi utilizada uma fase móvel composta pela mistura de hexano/acetato de etila na proporção de 1:4. As colorações observadas para essas amostras eram alaranjadas e amarelas e, ao serem inoculadas na placa eram bastantes visíveis. Durante a revelação ao se aplicar o revelador a coloração mudou para verde e quando foram aquecidas, ficaram na coloração marrom.

Figura 14- Separação das frações 16, 17 e 18 por cromatografia em camada delgada.



Fonte: Autora, 2023.

5.5 Quarto momento: Análise do questionário após aplicação do conteúdo e da prática.

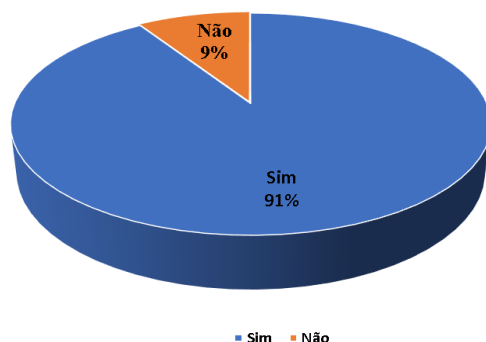
Após a aplicação dos conteúdos programáticos e realização da prática experimental, o mesmo questionário aplicado no início da pesquisa foi distribuído para os alunos, com finalidade de observar a aprendizagem dos investigados desenvolvida ao longo da realização da pesquisa, comparando as respostas antes e depois da aplicação da aula teórica e experimental.

Sobre a pergunta 1 “Você conhece o método da cromatografia em camada delgada?”, vinte alunos marcaram “sim” e dois marcaram “não”, um fato que pode ter levado eles a marcarem a alternativa não, é falta de interesse em participar da proposta observada por alguns alunos no momento da aplicação da pesquisa.

Haja vista, que o questionário é após a aplicação do conteúdo, pode-se observar que a maior parte dos alunos passaram a ter o conhecimento acerca do método cromatográfico, visto que antes ninguém havia assinalado a opção “sim”, devido nunca terem tido contato com o método e nunca ter sido abordado em sala de aula. Na figura 15 observa-se o resultado das respostas à pergunta 1 após a aula teórica e prática.

Figura 15- Gráfico relacionado à primeira pergunta após aplicação dos conteúdos e prática.

Você conhece o método da cromatografia em camada delgada?



Fonte: Autora, 2023.

Em relação à segunda pergunta “Você conhece algum método de separação de misturas? Se sua resposta for sim, qual?”, de acordo com o entendimento dos alunos antes da aplicação da teoria, evidenciado na tabela 3, é bem nítida a falta de conhecimento dos alunos em relação aos métodos de separação de misturas. Já após a aplicação dos conteúdos se tem um resultado bastante expressivo, visto que 14 alunos citaram o método da cromatografia em camada delgada praticado por eles em sala de aula. Os resultados podem ser encontrados na tabela 5.

Tabela 5- Respostas relacionadas à segunda pergunta, após aplicação dos conteúdos e da prática.

Você conhece algum método de separação de misturas? Se sua resposta for sim, qual?	
3 alunos	NÃO
14 alunos	Sim, cromatografia em camada delgada
1 aluno	Sim, decantação
4 alunos	Sim, água e óleo

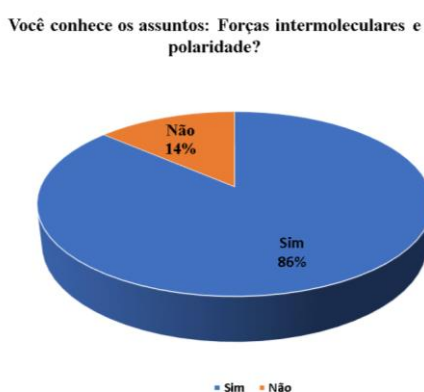
Fonte: Autora, 2023.

Em relação ao questionamento três, onde foi perguntado “Através de seus conhecimentos químicos, você acha que o pigmento das sementes da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), pode ser submetido a alguma técnica de separação de misturas?”, em comparação com as respostas obtidas na aplicação do questionário diagnóstico, todos os alunos marcaram a opção “sim”, pois com a aplicação da prática os alunos puderam constatar que o pigmento do fruto trata-se de uma mistura e seus componentes podem ser separados desde que se use a técnica adequada. Tal separação é possível devido a composição do pigmento conter

inúmeras substâncias que também possuem colorações específicas. E justamente por apresentarem colorações distintas fica muito nítida a observação da separação desses componentes por CCD. Essa característica da técnica de se poder observar as colorações ao longo da CCD com diferentes fatores de retenção (RF), contribuiu para o entendimento da técnica de separação.

As respostas dos alunos relacionadas com a quarta pergunta “Você conhece os assuntos Forças intermoleculares e polaridade?”, no que diz respeito ao questionário aplicado inicialmente, todos os alunos assinalaram “não”. Em relação ao questionário aplicado após as aulas teórica e experimental, evidencia-se que um total de 3 alunos marcaram a opção “não”, sendo que a resposta pode estar relacionada a ausência dos mesmos no dia da ministração da aula teórica. Os demais alunos (19) assinalaram “sim” (Figura 16), passando a conhecer os assuntos, após a aplicação da teoria. Pode-se observar que houve um resultado bastante expressivo, haja vista, que os assuntos foram ministrados pela primeira vez na classe através da realização da pesquisa desenvolvida na classe, mostrando a importância dos conteúdos programáticos para o desenvolvimento da mesma. Outro fato importante de ressaltar, é que estes conteúdos são ministrados inicialmente no primeiro ano do ensino médio, ou seja, os alunos já deveriam ter estudado. O fato de os estudantes terem assinalado predominantemente “não” inicialmente, indica que este conteúdo, por algum fator, não foi ministrado no primeiro ano ou os alunos podem não ter recordado do mesmo.

Figura 16- Gráfico relacionado com as respostas da quarta pergunta



Fonte: Autora, 2023.

Nas respostas dos alunos relacionada a quinta e última pergunta, na qual foi questionado “Você acha que o método da cromatografia em camada delgada é um método eficaz na separação de misturas? Se a resposta for sim, justifique”, observou-se que os alunos que marcaram “sim” melhoraram nos argumentos em relação às respostas obtidas no primeiro

questionário (Tabela 2). Dos vinte e dois investigados, apenas cinco falaram que o método não era eficaz, o que pode estar relacionado com o fato deles terem que justificar, caso a resposta fosse “sim”. Notou-se no momento, que alguns alunos não queriam ter o trabalho de descrever suas justificativas. Os outros dezessete responderam que “sim”, que acham o método eficaz e alguns alunos souberam justificar de maneira mais técnica, ressaltando a eficiência da cromatografia, relatando que é um bom método de separação de misturas, e até mesmo que é um método simples e barato. Algumas respostas da quinta pergunta, obtidas após a aplicação da teoria encontram-se na tabela 6.

Tabela 6- Respostas dos alunos, relacionadas a quinta pergunta.

Você acha que o método da cromatografia em camada delgada é um método eficaz na separação de misturas? Se a resposta for sim, justifique.	
5 alunos	NÃO
Aluno 1	Sim, porque é um método simples, barato, eficiente e muito importante para o meio químico
Aluno 2	Sim, devido a capacidade de separar diferentes componentes
Aluno 4	Sim, porque aprendi bastante com a aula e consegui fazer o método certinho, realmente funciona.
Aluno 6	Sim, é um experimento bem interessante.
Aluno 7	Sim, pode nos ajudar, pois é um método seguro de separação.
Aluno 8	Sim, é um método eficaz de separação de misturas.

Fonte: Autora, 2023.

Ao fazer as análises da pergunta, percebe-se que os alunos após a aplicação dos conteúdos e da prática experimental, já conseguem fazer uma melhor análise a respeito da eficácia do método cromatográfico, formulando suas respostas de modo mais técnico. Com isso percebe-se que os mesmos entenderam não só o conceito da cromatografia, mas também que na prática o método tem funcionalidade.

Examinando-se os resultados obtidos pelos questionários e também pela aplicação da teoria e prática, foi evidente que através da realização da pesquisa os alunos tiveram a chance de construir competências ao adquirirem conhecimentos novos relacionados aos assuntos explicados e do método cromatográfico, que até então eram desconhecidos para eles, além de proporcionar aos alunos discussões e raciocínios sobre concepções científicas e técnicas presentes em seu cotidiano (ROSSET; LEÃO; SANTOS, 2018). Em relação a aula prática, a mesma garante um melhor entendimento e possibilita que a teoria seja compreendida através de sua realização, além de ter proporcionado uma maior interação dos alunos com o professor

em sala de aula (PEREIRA et al. 2021). Deste modo, a partir da execução do trabalho foi possível estimular o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e o trabalho colaborativo, instigá-los e de integrar teoria e prática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos constataram a relevância de se explorar instrumentos atrativos em aulas de química. A utilização de aulas experimentais é uma das muitas alternativas, visto que além de estimularem a aprendizagem significativa favorece uma participação efetiva dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Vale salientar que esse tipo de abordagem não havia sido experimentado pelos investigados anteriormente.

Desta forma, as análises dos questionários realizados em ambas as etapas, demonstraram que no primeiro momento da aplicação os alunos não tinham conhecimento sobre os assuntos que iriam ser abordados na pesquisa. Com a realização da mesma, ficou evidente que os investigados adquiriram conhecimento acerca dos assuntos ministrados, do método cromatográfico e da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), cuja separação de seus pigmentos por CCD se mostrou uma proposta capaz de contribuir com a aprendizagem nas aulas de química. A partir disso constata-se, que a pesquisa alcançou os objetivos propostos.

Deste modo, entende-se que a pesquisa teve grande importância com a sua realização, estimulando o ensino de química em uma turma do terceiro ano do ensino médio, uma vez que sua aplicação facilitou os entendimentos dos assuntos abordados e do método cromatográfico, bem como instigou os mesmos no que diz os respeito ao ensino experimental, que é pouco explorado no sistema público de ensino.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Antônia Fádia Valentim de. **Métodos Cromatográficos**. ed. Fortaleza UECE. 2019. p. 9. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559763>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- AMARAL, Marilu Teixeira; VALE, Rúbia Camila dos Santos Biodiversidade e mudanças climáticas: Um olhar sobre a Amazônia. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, vol. 6, n. 11; p. 2, 2010. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/biodiversidade%20e%20mudancas.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2023.
- ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen César. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Ludke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar Mossoró**, v. 4, n. 12, 2018. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1710>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- AMIN, Mario Miguel. A Amazônia na geopolítica mundial dos recursos estratégicos do século XXI. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. p. 17-38, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/rccs.5993>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- CARNEIRO, Manoel Sérgio de Sá. **Introdução à Química Orgânica**. Módulo Q7. p. 53 2010. Disponível em: http://educa.fc.up.pt/ficheiros/noticias/70/documentos/107/introducao_quimica_orgânica.pdf Acesso em: 14 dez. 2022.
- CARVALHO, Paulo Roberto Nogueira *et al.* Concentração de Bixina e lipídeos em sementes de urucum da coleção do Instituto Agrônomo (IAC). **Bragantina Campinas**, v. 69, n. 3, p. 519-524, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/wQyz4cXgWTHfPkQ7FVgJLJd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- CHISTÉ, Renan; XAVIER, Ana Augusta Odorissi. **Pigmentos naturais: potenciais fontes e efeitos benéficos**. “Comsciencia”. 2020. Disponível em: <https://www.comciencia.br/pigmentos-naturais-potenciais-fontes-e-efeitos-beneficos/>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- DEMCZUK JUNIOR, Bogdan; RIBANI, Rosemary Hoffmann. Atualidades sobre a química e a utilização do urucum (*Bixa orellana L.*). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 6, n. 1, p. 37 – 50; 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3424/pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.
- DEL PINO, Jose, Claudio; FERREIRA, Maria. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: Uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v.11, n.1, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasdanatureza-dp/files/2018/03/uma-analise-das-metodologias-de-ensino-de-quimica-publicadas.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

DINIZ, Marcelo Bentes *et al.* Região amazônica: biodiversidade e possibilidade de transformação industrial. **CEPEC**. UFPA [S.I.], v. 6, n. 5, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/cepec/article/view/7037>. Acesso em: 4 nov. 2022.

FEARNSIDE, Philip M. Biodiversidade nas florestas amazônicas brasileiras: riscos, valores e conservação. **HOLOS**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). C.P. 478 - 69011-970. Manaus - BRASIL. 1999. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1999/Biodiversidade%20nas%20Florestas.pdf Acesso em: 6 nov. 2022

GARCIA, Carlos Eduardo Rocha *et al.* Carotenóides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. Santa Maria. 2012. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1510-1517. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/qj4WGpHS7cmSqpf4BjtcZNz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 abr. 2023.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2007. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo, **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloads/Serie/derad005.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

KRÜGER, Letícia Meurer; ENSSLIN, Sandra Rolin. Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem: Uma Investigação Com os Acadêmicos da Disciplina Contabilidade III do Curso de Ciências da Universidade Federal de Santa Catarina. **São Bernardo do Campo**, v. 9, n. 18, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15603/1982-8756/roc.v9n18p219-270>. Acesso em: 27 de dez. 2023.

LÔBO, Soraia Freaza. O trabalho experimental no ensino de química. **Revista Química Nova**. São Paulo. v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KZhw8Tr9DRtMNm9PMTRrHvc/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 09 de novembro de 2023.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro *et al.* **Química orgânica: reflexões e propostas para o seu ensino**. São Paulo: GEPEC - IQUSP, 2015. Disponível em: http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_organica.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

MANZINI, Eduardo José. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros**. Seminário internacional sobre pesquisa e estudos qualitativos. Bauru, v. 2, p. 10, 2004. Disponível em: https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Manzini_2004_entrevista_semi-estruturada.pdf. Acesso em: 30 de novembro de 2023.

MARTINHO, Luis A.P; MONTEIRO, Airon. **Corantes e pigmentos**. Conselho Regional de Química- IV Região, 2011. Disponível em: https://www.crq4.org.br/print_ver.php?p=6698. Acesso em: 11 dez. 2022.

MIGUEL, Laís Mourão. **Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia brasileira: Experiências atuais das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos.** 2017. 171f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciências e Geografia humana) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-13052008-154603/publico/MESTRADO_LAIS_MOURAO_MIGUEL.pdf. Acesso em: 5 dez. 2022.

OLIVEIRA, Antonio, M. da S. **Construção de um espalhador de fase estacionária de cromatografia em camada delgada:** uma alternativa de redução de custos para o ensino de química. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Arapiraca, 2022. Disponível: https://ud10.arapiraca.ufal.br/web/content?model=ud.biblioteca.anexo&field=arquivo&id=7034&download=true&filename_field=name. Acesso em: 24 dez. 2022.

PEREIRA, Fernando do Amaral; CARNEIRO, Mayara Rosa; ANDRADE, Lucilene Maria. **A cultura do urucum.** 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128282/1/PLANTAR-Urucum-ed02-2009.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2022.

PEREIRA, Wiviny Moreira *et al.* A importância das aulas práticas para o ensino de química no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, p.1805 -1813, 2021. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em: 15 de jan. 2021.

PINHEIRO, Amanda Negreiros. **A Química dos Pigmentos?** Universidade de Campinas, 2010. Disponível em: <https://gpquae.iqm.unicamp.br/textos/T10.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.

ROSSET, Michele; LEÃO, Gabriel Mathias Carneiro; SANTOS, Margarete dos. **Aula prática: um estímulo para o desenvolvimento da interatividade intelectual, física e social dos estudantes.** Instituto Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/EJA/article/view/3012/pdf>. Acesso em 15 de jan. 2024.

SKOOG *et al.* **Fundamentos de Química Analítica.** São Paulo: Thomson. 2006. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/site/documentos/QUIMICA_ANALITICA_SKOOG.pdf. Acesso em: 12 dez. 2022.

SERAFIM, Felipe Augusto Thobias. **O papel da cromatografia no controle de qualidade, conformidade e na rastreabilidade das aguardentes.** Scientia Chromatographica. v. 10, p. 230-242, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/sc.2019.002>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SILVA, Vera Lúcia Alonso Garcia. **A construção de alguns conceitos da química orgânica por meio do estudo em grupo.** Paraná: Cadernos PDE, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_qui_artigo_vera_lucia_alonso_garcia.pdf. Acesso: 15 nov. 2022.

SILVA, Amarildo Fernandes da *et al.* **Os compostos orgânicos e sua relação com o cotidiano.** 2011. 21f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) Universidade Metropolitana de Santos Núcleo de Educação a Distância Faculdade de

Educação e Ciências Humanas- SP, 2011. Disponível em:
revistapaideia@unimesvirtual.com.br. Acesso em: 15 nov. 2022.

SILVA, Rosaly S *et al.* Óleo Essencial de Limão no Ensino da Cromatografia em Camada Delgada. **Revista Química Nova**. São Paulo. v. 32, n. 8, p. 2234-2237, 2009.
. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/RNsPktHjJJPxQdJvkM6x3jS/?format=pdf>.
Acesso em: 12 de novembro de 2023.

VALENTIM, João Augusto *et al.* **Química Orgânica Experimental no Ensino Médio e os Conceitos Envolvidos**: uma revisão. Santa Catarina: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016. 9p. Disponível em: <https://docplayer.com.br/49271302-Quimica-organica-experimental-no-ensino-medio-e-os-conceitos-envolvidos-umarevisao.html> Acesso em: 15 de dezembro 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Idade:

Sexo: Feminino () Masculino ()

1- Você conhece o método da cromatografia em camada delgada?

Sim ()

Não ()

2- Você conhece algum método de separação de misturas?

Sim ()

Não ()

Se sua resposta foi sim, qual?

R: _____

3- Através de seus conhecimentos químicos, você acha que o pigmento das sementes da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), pode ser submetido a alguma técnica de separação de misturas?

Sim ()

Não ()

4- Você conhece os assuntos: Forças intermoleculares e polaridade?

Sim ()

Não ()

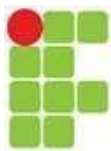
5- Você acha que o método da cromatografia em camada delgada é um método eficaz na separação de misturas?

Sim ()

Não ()

Se a resposta for sim, justifique

R: _____



APÊNDICE B — ROTEIRO EXPERIMENTAL

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ CAMPUS MACAPÁ

Curso: Licenciatura em Química

Aluna: Andreia Lara Ferreira de Lima

Orientador: Haroldo da Silva Ripardo Filho

Data: 06/11/2023

Procedimento Experimental – Cromatografia em camada delgada

1. OBJETIVO

- Separar e observar os pigmentos da espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum), através da utilização do método da cromatografia em camada delgada.

2. MATERIAIS E REAGENTES

- Bécker Etanol
- Pinças Metanol
- Acetato de etila Ácido Sulfúrico
- Sanduicheira Hexano
- Placas cromatográficas
- Extratos Urucum
- Capilar

FRASCOS	SISTEMA DE SOLVENTE
8, 9 e 10	Hexano/acetato de etila a 50%
13,14 e 15	Hexano/acetato de etila a 60%
16, 17 e 18	Hexano/acetato de etila a 80%

OBS: Para a realização da prática experimental, a turma deve ser dividida em quatro grupos.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Cromatografia em camada delgada

- Para os frascos: 8, 9 e 10, utilizando um sistema de combinação de solvente a 50% de acetato de etila.

a) Com o auxílio de um capilar, aplique as amostras extraídas do urucum que se encontra nos frascos 8, 9 e 10, nos pontos marcados para cada amostra;

b) Insira a placa cromatográfica com as amostras dos pigmentos dentro de um copo, contendo uma pequena quantidade da combinação de solvente a 50% de acetato de etila em mistura com hexano e feche o copo. O nível do eluente deve estar abaixo do nível das manchas na placa;

c) Após o solvente arrastar as manchas, retire a placa do copo e a deixe secar;

d) Coloque a placa rapidamente no revelador e seque levemente. Em seguida coloque na chapa (sanduicheira), para aquecer.

- Para os frascos: 13, 14 e 15, utilizando um sistema de combinação de solvente a 60% de acetato de etila.

a) Com o auxílio de um capilar, aplique as amostras extraídas do urucum que se encontra nos frascos 13, 14 e 15, nos pontos marcados para cada amostra;

b) Insira a placa cromatográfica com as amostras dos pigmentos dentro de um copo, contendo uma pequena quantidade da combinação de solvente a 60% de acetato de etila em mistura com hexano e feche o copo. O nível do eluente deve estar abaixo do nível das manchas na placa;

c) Após o solvente arrastar as manchas, retire a placa do copo e deixe secar;

d) Coloque a placa rapidamente no revelador e seque levemente. Em seguida coloque na chapa (sanduicheira), para aquecer.

- Para os frascos: 16, 17 e 18, utilizando um sistema de combinação de solvente a 80% de acetato de etila

a) Com o auxílio de um capilar, aplique as amostras extraídas do urucum que se encontra nos frascos 16, 17 e 18, nos pontos marcados para cada amostra;

b) Insira a placa cromatográfica com as amostras dos pigmentos dentro de um copo, contendo uma pequena quantidade da combinação de solvente a 80% de acetato de etila em mistura com hexano e feche o copo. O nível do eluente deve estar abaixo do nível das manchas na placa;


c) Após o solvente arrastar as manchas, retire a placa do copo e deixe secar;

d) Coloque a placa rapidamente no revelador e seque levemente. Em seguida coloque na chapa (sanduicheira), para aquecer.

REFERÊNCIA

COLLINS, C. H. **O APERFEIÇOAMENTO DA CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA.** Scientia Chromatographica Vol.2, N°2, 5-9, 2010 Instituto Internacional de Cromatografia ISSN 1984-4433. Disponível em: <https://www.iicweb.org/scientiachromatographica.com/files/v2n2a1.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

APÊNDICE C- PLANO DE AULA

 <p>INSTITUTO FEDERAL Amapá</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO AMAPÁ</p>	<p><i>CAMPUS MACAPÁ</i></p>
---	--	---------------------------------

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO	Trabalho de conclusão de curso: TCC 2	
Escola Campo: E. E. Deusolina Salles Farias		
Componente Curricular: Química		Série: 3º ano Turma:
Professor da escola de campo: Francisco		
Professor Orientador: Haroldo da Silva Ripardo Filho Discente: Andreia Lara Ferreira de Lima		
Curso: Licenciatura em Química		Semestre/Ano: 8º
Data: 30/10/2023 Plano de aula referente a quatro momentos de aplicação. Na ocasião foram utilizadas quatro aulas, duas aulas em cada dia, sendo 45 minutos em cada aula.		

2. TEMA

Separação dos pigmentos extraídos da espécie amazônica *Bixa Orellana L.* (urucum) por cromatografia em camada delgada, para estimular o ensino-aprendizagem de Química Orgânica

3. OBJETIVOS

- Valorizar a biodiversidade amazônica;
- Utilizar o método cromatográfico para separação dos pigmentos do urucum;
- Expor pigmentos naturais extraídos da espécie amazônica *Bixa orellana L.*;
- Explicar os assuntos forças intermoleculares e polaridade de química orgânica relacionados com a cromatografia.

4. CONTEÚDO

- Introdução aos conteúdos interações intermoleculares e polaridade;

- Introdução a cromatografia em camada delgada.
- Introdução a espécie amazônica *Bixa orellana* (urucum)

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

- Aplicação de questionários;
- Aula teórica;
- Aula expositiva prática.

6. RECURSO DIDÁTICO

- Quadro branco;
- Pincel;
- Apagador;
- Bécker;
- Pinças;
- Sanduicheira;
- Placas cromatográficas;
- Extratos urucum;
- Capilar;
- Pipetas;
- Vidro de relógio;
- Placa de petri.

7. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Os alunos serão examinados de acordo com a interação e participação nas aulas teórica e prática que serão ministradas e cooperação nos questionários que serão aplicados.

8. REFERÊNCIAS

AMORIM, Antonia Fádia Valentim de. Métodos cromatográficos. Livros digitais. Disponível em: < <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559763> > Acesso em: 30 de abril 2023.

FELTRE, Ricardo. Química: Química Orgânica. Vol. 3. 7a ed. São Paulo: Moderna, 2008. 560p

APÊNDICE D- FOLDER

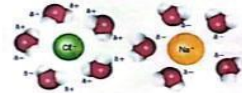
Ligação de Hidrogênio: Ocorre em moléculas polares que possuem um hidrogênio (H) ligado a um elemento eletronegativo: Oxigênio (O) Flúor (F) e Nitrogênio (N).
Figura 9- Ligação de hidrogênio na molécula de água (H₂O).



Fonte: Batista (2018)

Interações íon-dipolo: É a interação de um íon com uma molécula polar (H₂O).

Figura 10- Interações íon-dipolo entre o NaCl e H₂O



Fonte: Batista (2018)

POLARIDADE DAS MOLÉCULAS: Está ligado com a forma que os compostos vão se comportar em um campo elétrico.

Moléculas apolares: Têm seus átomos por ligações covalentes, ou seja, há compartilhamento de elétrons, sendo ela formada por átomos de mesmo elemento.

EX: O₂ e N₂

Moléculas polares: Formada por moléculas com átomos de elementos diferentes, havendo diferença de eletronegatividade.

EX: H₂O e NH₃

REFERÊNCIAS

BATISTA, Carolina. Forças intermoleculares. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/forças-intermoleculares/>. Acesso em: 25 out 2023.
 FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Polaridade das moléculas", Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilestudo.uol.com.br/quimica/polaridade-das-moleculas.htm>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

humanos durante cerimônias, cosméticos e alimentos. Nos alimentos, tanto em nossa casa quanto na indústria, os pigmentos são empregados a fim de tornar os produtos mais atrativos ou para conferir identidades a eles, mantendo a cor esperada pelo consumidor. Assim, é possível reforçar a cor de algum alimento ou ainda compensar a sua cor original perdida durante a fabricação ou preparação.

Figura 2- Pigmentos de Urucum



Fonte: Autora, 2023.

BIXA ORELLANA L (URUCUM)

O urucum, fruto do urucuzeiro, uma planta arbórea chamada cientificamente de *Bixa Orellana* L, pertencente à família botânica Bixaceae. É originária da América Tropical, sendo ela uma planta rústica, perene de origem pré-colombiana e pertencente à flora amazônica.

Figura 3- Fruto do Urucum



Fonte: Autora, 2023.

O urucum (figura 3), possui uma coloração avermelhada que é utilizada pelos indígenas, tanto com aplicação medicinal, quanto como ornamento e proteção contra insetos em forma de pintura sobre a pele. Industrialmente é comercializado e conhecido no Brasil como colorífico ou colorau, sendo bastante utilizado na culinária para realçar a cor dos alimentos.

EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS DO URUCUM



A extração de pigmentos do urucum se deu no laboratório de química geral do IFAP. Inicialmente macerou-se as sementes do urucum e adicionou-se cerca de 50 mL de etanol, deixou-se em extração por três dias. Após esse processo, levou-se o pigmento obtido para o evaporador rotativo com intuito de eliminar o solvente utilizado, armazenou-se o restante obtido em uma placa de petri pesada e levou-se para a capela. Com material obtido e todo solvente evaporado, pesou-se a placa de petri (figura 4), para tirar a diferença de peso e assim obteríamos a quantidade de sílica que seria utilizada para pulverizar o material.

Figura 4- pigmento do urucum na placa de petri.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 5- cromatografia em coluna



Fonte: Autora, 2023.

Após o material pulverizado com sílica, iniciou-se a obtenção dos pigmentos através da cromatografia em coluna (figura 5), onde colocou-se o hexano como solvente inicial e assim foi sendo colocado gradativamente um sistema de solvente hexano/acetato de etila e colhido dentro dos erlenmeyer numerados. Deste modo, do erlenmeyer 1 a 6 foi utilizado somente hexano, do 7 ao 9

experimental para facilitar no ensino-aprendizagem de química.

INTRODUÇÃO

O ensino experimental, de modo geral, é considerado pelos professores principalmente de química como fundamentais. De modo, que os professores podem fazer as abordagens teóricas podendo serem vistas na prática. Deste modo, na sala de aula ou no laboratório, o professor ao explicar determinado conceito, pode observar em seu aluno uma maior compreensão.

CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA

A cromatografia em camada delgada (figura 1), é uma técnica Físico-Química, bastante usada para separação de misturas. Sendo ela de alta facilidade em manuseio e de resposta rápida. É um método simples, barato e eficiente na análise qualitativa da composição de uma mistura. Podendo ser utilizada também para acompanhar o curso de uma reação química e determinar a pureza de um dado composto.

Figura 1- cromatografia em camada delgada.



Fonte: Autora, 2023.

A mesma é formada por duas fases: Fase móvel (o eluente), e a fase estacionária (fixada na placa cromatográfica). Ao se colocar a aplicação da amostra na placa, e inocular em um recipiente contendo uma quantidade de um determinado solvente, à medida que a placa cromatográfica for entrando em contato com o solvente, a amostra é "arrastada" pela fase móvel sobre a estacionária.

PIGMENTOS

Desde os tempos mais remotos, o homem utiliza os pigmentos (figura 2) disponíveis na natureza para colorir tecidos, materiais de decoração, corpos

utilizou-se um sistema de solvente hexano/acetato de etila a 10%, do 10 ao 11, hexano/ acetato de etila a 20%, do erlenmeyer 12 ao 16, utilizou-se hexano/acetato de etila a 50%, do 17 ao 18 foram colocados os 100% de acetato de etila, já nos erlenmeyer 19 e 20 foram adicionados 100% de metanol. E assim foram extraídos 20 pigmentações diferentes do urucum.

Figura 6- pigmentos extraídos do urucum



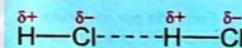
Fonte: Autora, 2023.

ASSUNTOS PROGRAMÁTICOS

Forças Intermoleculares: São formas com que as moléculas interagem entre si. São elas que mantêm unidas as moléculas de uma substância, fazendo com que as mesmas sejam sólidas, líquidas ou gasosas.

Dipolo permanente ou dipolo-dipolo: São forças que atuam entre moléculas polares.

Figura 7- Interações dipolo-dipolo na molécula de HCl.



Fonte: Batista (2018)

Dipolo Induzido: São forças que atuam entre moléculas apolares.

Figura 8- Dipolo induzido na molécula de Cl₂



Fonte: Batista (2018)