



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Alexia Correa Pereira Leite
Maria Paula Martins Santana

**Utilização de pigmentos vegetais para produção de tintas como metodologia
interdisciplinar alternativa para o ensino de botânica**

São José do Rio Preto
2023

Alexia Correa Pereira Leite
Maria Paula Martins Santana

**Utilização de pigmentos vegetais para produção de tintas como metodologia
interdisciplinar alternativa para o ensino de botânica**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, junto ao Conselho de Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Zanini Branco

São José do Rio Preto
2023

Leite, Alexia Correa Pereira.

Utilização de pigmentos vegetais para produção de tintas como metodologia interdisciplinar alternativa para o ensino de botânica / Alexia Correa Pereira Leite e Maria Paula Martins Santana. -- São José do Rio Preto, 2023

35 f.

Orientador: Luis Henrique Zanini Branco

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

1. Cegueira botânica. 2. Ensino de botânica. 3. Interdisciplinaridade.
4. Pigmentos vegetais. 5. Tintas naturais. I. Santana, Maria Paula Martins.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Alexia Correa Pereira Leite
Maria Paula Martins Santana

**Utilização de pigmentos vegetais para produção de tintas como
metodologia interdisciplinar alternativa para o ensino de botânica**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, junto ao Conselho de Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Luis Henrique Zanini Branco
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Lilian Casatti
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Gisele Rodrigues Cucolo
Escola Estadual Deputado Bady Bassit

São José do Rio Preto
29 de novembro de 2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos imensamente aos nossos amigos e familiares, por todo suporte emocional e encorajamento durante todo planejamento e desenvolvimento do projeto, bem como todo percurso de nossa graduação.

Ao IBILCE e seus docentes, que nos proporcionaram diversas oportunidades e estruturaram nossa formação.

À Escola Estadual Deputado Bady Bassit, com todos seus professores e demais funcionários, por terem nos acolhido e orientado durante toda nossa trajetória, mas principalmente às professoras Vânia da Silva dos Santos Nogueira e Gisele Rodrigues Cucolo, por toda paciência e ensinamentos.

Por fim, agradecemos ao nosso orientador, Luis Henrique Zanini Branco, por todas as trocas e direcionamento.

RESUMO

Cegueira botânica é um termo que se refere a incapacidade das pessoas de perceberem as plantas ao seu redor, o que afeta diretamente no entendimento da importância dos vegetais para a vida no planeta. Isso, conseqüentemente, repercute no ensino de Botânica, que muitas vezes ocorre de forma descontextualizada ao cotidiano dos alunos, focando somente na memorização de termos técnicos. Ainda, a falta de aulas práticas que promovam a manipulação das plantas é um problema recorrente. À vista disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia de uma metodologia interdisciplinar diferenciada para o ensino de Botânica, que envolveu a produção de tintas feitas a partir de pigmentos vegetais. Em um primeiro momento, as estagiárias passaram por um período de observação das aulas, com o intuito de compreenderem a dinâmica da sala de aula e aspectos relacionados com a prática docente. Posteriormente, ocorreu o período de regência, no qual abordou-se sobre os plastídios e pigmentos vegetais, de forma interdisciplinar com História, Arte, Física e Química. Ao final do trabalho, verificou-se que a interdisciplinaridade pode auxiliar na aprendizagem e na aproximação dos conteúdos com a realidade dos alunos, os quais se mostraram interessados pelas aulas, participando tanto das teóricas, como das práticas.

Palavras-chave: Cegueira botânica; Ensino de botânica; Interdisciplinaridade; Pigmentos vegetais; Tintas naturais.

ABSTRACT

Plant blindness is a term that refers to people's inability to perceive the plants around them, directly affecting their understanding of the importance of plants for life on the planet. This consequently has repercussions on the teaching of botany, which often takes place in a way that is out of context with students' daily lives, focusing only on memorizing technical terms. In addition, the lack of practical lessons that promote the handling of plants is also a recurring problem. Therefore, this study aims to evaluate the effectiveness of an interdisciplinary methodology for teaching botany that involves the production of paints made from plant pigments. The interns first observed the classes in order to understand the dynamics of the classroom and aspects related to teaching practice. This was followed by a period of teaching, in which the subject of plastids and plant pigments was covered in an interdisciplinary way with History, Art, Physics and Chemistry. At the end of the work, it was found that interdisciplinarity can help learning and bring content closer to the reality of the students, who were interested in the lessons and took part in both theoretical and practical classes.

Keywords: Plant blindness; Botany teaching; Interdisciplinarity; Plant pigments; Natural paints.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 - Fotografia da fachada da E. E. Deputado Bady Bassit	12
Imagem 2 - Pigmento de calêndula sendo coado	14
Imagem 3 - Pasta com o pigmento de calêndula	15
Imagem 4 - Laca do pigmento de calêndula	15
Imagem 5 - Adição do aglutinante ao pigmento de Cosmos	16
Imagem 6 - Casca de Barbatimão	16
Imagem 7 - Flor Cosmos Laranja	17
Imagem 8 - Flor de Calêndula	17
Imagem 9 - <i>Glass Muller</i>	18
Imagem 10 - Atividade finalizada de um aluno	22
Imagem 11 - Alunos macerando os vegetais para a cromatografia	26
Imagem 12 - Sumo dos vegetais e a cromatografia utilizando-os	26
Imagem 13 - Cromatografia	27
Imagem 14 - Alunos manipulando o fruto do urucum	29
Imagem 15 - Alunos adicionando aglutinante ao pigmento	29
Imagem 16 - Uso das tintas	30
Gráfico 1 - Conhecimento prévio a respeito dos pigmentos vegetais	31
Gráfico 2 - Porcentagem de alunos que compreendem a existência de mais de um tipo de pigmento em uma planta, mesmo que apenas um seja visível.	31
Gráfico 3 - Eficácia da cromatografia como estratégia para facilitar a visualização da coexistência de pigmentos.	32
Gráfico 4 - Relevância da interdisciplinaridade para o entendimento do conteúdo.	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Estágio Curricular Supervisionado.....	9
1.2. Ensino de Botânica.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
3. LOCAL DE ESTÁGIO E PÚBLICO-ALVO.....	11
4. MÉTODO DE PRODUÇÃO DAS TINTAS.....	12
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	19
5.1. Período de observação das aulas.....	19
5.2. Período de regência.....	19
5.2.1. Primeira aula.....	19
5.2.2. Segunda aula.....	21
5.2.3. Terceira aula.....	22
5.2.4. Quarta aula.....	24
5.2.5. Quinta e sexta aulas.....	27
6. RESULTADOS.....	30
7. CONCLUSÃO.....	33
8. CARGA HORÁRIA DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO.....	33
9. REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE A - Formulário “Feedback das aulas sobre pigmentos vegetais”.....	36

1. INTRODUÇÃO.

1.1. Estágio Curricular Supervisionado.

Componente da grade curricular do Curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas do Campus de São José do Rio Preto, o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) tem caráter obrigatório, sendo assim estabelecido pela resolução UNESP 58/2019, Art 4º, item III. Dessa forma, sua realização é impreterível para a obtenção do título de licenciado. Essa prática educativa é de suma importância para a formação de futuros professores, pois os inserem no contexto escolar, propiciando uma vivência da atividade docente e de como se configura a escola.

No decorrer do curso, os discentes passam por quatro etapas de estágio, sendo que as duas primeiras são voltadas para a aquisição de conhecimentos teóricos, de metodologias e didática. Já no ECS III, elabora-se um projeto com o intuito de aplicá-lo em alguma das concedentes conveniadas com a UNESP, o que é efetivado no ECS IV. De acordo com a Portaria do Diretor nº 23 (2009, p. 01), direcionada a ingressantes a partir de 2019, tal projeto deve enquadrar-se em uma das quatro categorias a seguir:

- a) Pesquisa e elaboração de material didático (os alunos se dedicarão a elaborar materiais didáticos que sejam de amplo uso no ensino fundamental ou médio);
- b) Pesquisa em ensino de Ciências e Biologia (os alunos deverão se dedicar ao estudo da prática educacional em sala de aula, versando sobre um tema específico do ensino de Ciências e Biologia);
- c) Didática (os alunos deverão elaborar cursos ou outra modalidade de ensino com enfoque a aplicação didática);
- d) Outras propostas de interesse da Universidade, do aluno e/ou da Escola onde se desenvolverão as atividades do estágio e que tenha papel formador do aluno.

À vista disso, o projeto foi elaborado seguindo as instruções da categoria didática, sendo um minicurso da área de Botânica interligado à arte, com o intuito de abordar sobre os plastídios, pigmentos vegetais, suas importâncias e funções, dentro de uma perspectiva não só biológica, mas também artística.

1.2. Ensino de Botânica

Atualmente, a literatura relata a presença de grandes barreiras a serem enfrentadas para um bom ensino de Botânica nas escolas, principalmente porque o ensino desta é acometido por diversos fatores que atrapalham a prática docente. No que diz respeito a esses fatores, eles vão desde o fenômeno conhecido como “cegueira botânica”, caracterizado pela falta de atenção por parte das pessoas às plantas presentes ao seu redor, levando-as à dificuldade de compreender e apreciar suas particularidades e importância (WANDERSEE & SCHUSSLER, 2001), até a descontextualização da realidade dos alunos por parte dos materiais didáticos e metodologias atuais (FREITAS et al, 2012, *Apud* CARVALHO, 2021, p. 2) que se mostram, portanto, inadequados para o ensino desta temática. Somar tal descontextualização do conhecimento ao não interesse normalmente já presente nas pessoas prejudica a troca de conhecimentos e aprendizagem de uma forma que possibilite ao aluno desenvolver seu conhecimento relacionando os assuntos tratados com seu cotidiano e observações próprias de mundo. Uma vez que a metodologia e os materiais são inadequados e não há, ou há pouca, percepção cotidiana por parte dos educandos sobre o objeto estudado, as plantas, torna-se complicado realizar tal racionalização de maneira satisfatória. Desta forma, o conteúdo aprendido se limita, muitas vezes, apenas à memorização dos assuntos e conceitos.

A presença de pigmentos em todas as regiões e partes de diferentes vegetais é responsável pela variedade de cores que estes apresentam em suas raízes, caule, tronco, folhas, sementes e frutos (SÉQUIN, 2012). O tipo de pigmento varia e estes são separados em categorias levando em conta sua estrutura básica. Portanto, reconhece-se atualmente os pigmentos no grupo das betalaínas, carotenoides, clorofilas e flavonoides. São de extrema importância para a funcionalidade e sucesso reprodutivo dos vegetais, pois alguns atuam em processos fisiológicos, como a fotossíntese, no caso das clorofilas, importantes pigmentos presentes em cloroplastos, capazes de absorver luz (BONAFÉ et al. 2013). São relevantes também aqueles que dão coloração à grande diversidade de flores existentes, tornando-as mais atrativas a seus polinizadores que são, em sua grande maioria, dependentes dos sentidos visão e olfato para encontrar sua fonte de alimento (PATTAT et al. 2011).

Pelo ponto de vista histórico, as plantas sempre apresentaram utilidade direta para os seres humanos de diversas sociedades. No caso dos pigmentos vegetais, estes eram explorados pela indústria têxtil com a finalidade de proporcionar coloração aos tecidos e para confecção de

corantes e tintas naturais (LIMA, SANTOS, SANTOS, 2022). Também têm importância extrema quando se trata de cultura, pois foram, e ainda são, utilizados por diferentes etnias indígenas em suas pinturas corporais (LIMA, TAVARES, VILAÇA, 2015).

No que diz respeito à interdisciplinaridade como meio de amenizar as dificuldades encontradas por profissionais da educação para o ensino, considerando a literatura, a utilização da extração de pigmentos vegetais para produção de tintas e posterior criação de pinturas tem se mostrado efetiva para contribuição no ensino de Botânica, já que permite a contextualização de temas como a fotossíntese, explorando a física relacionada à absorção de comprimentos de onda da luz e química dos pigmentos (BONAFÉ et al. 2013; SANTOS, GELLER, ZOCH, 2016), além de aproximar os alunos da natureza por meio da arte. Assim sendo, o ensino de Botânica aliado à contextualização histórica e realização de atividades artísticas e aulas práticas pode possibilitar a abordagem do conteúdo de maneira sensível, trazendo os assuntos para a realidade do aluno.

2. OBJETIVOS

Para os licenciandos, futuros docentes, o estágio curricular supervisionado proporciona complementação para a formação curricular, pois permite ao discente familiarizar-se com a docência e com o ambiente escolar de forma ativa, resultando no amadurecimento e desenvolvimento de conhecimentos referentes à docência que só podem ser adquiridos se experienciados na prática. Levando em conta os alunos da instituição, o objetivo geral do projeto é testar a eficácia de uma metodologia diferenciada e interdisciplinar para o ensino de Botânica, mais especificamente para a fixação de conteúdos envolvendo fotossíntese, com foco na variedade de pigmentos vegetais, ao expô-los à dinâmicas que estimulem sua curiosidade e participação. Espera-se que os alunos consigam expandir sua visão a respeito das plantas, dos pigmentos vegetais e sua diversidade funcional não só para os vegetais, mas também para a sociedade e uso humano, conseguindo relacionar a aprendizagem às experiências cotidianas, além de poderem aplicar os conhecimentos obtidos em atividades do dia-a-dia.

3. LOCAL DE ESTÁGIO E PÚBLICO-ALVO

O estágio foi desenvolvido na Escola Estadual Deputado Bady Bassit (Imagem 1), localizada na cidade de São José do Rio Preto, interior do estado de São Paulo. A escola de Ensino Médio faz parte do Programa de Ensino Integral (PEI). O presente trabalho teve início a partir de março de 2023 e se estendeu até junho do mesmo ano, tendo como público-alvo

alunos da 3ª série C do Ensino Médio, pois estes realizavam o Itinerário "Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável". O entendimento sobre a atuação dos plastídios na fotossíntese, e em outros processos fisiológicos das plantas, é fundamental para compreender a dinâmica dos ecossistemas. Além disso, as tintas foram feitas a partir de um método sustentável, menos poluente e, portanto, causando menor impacto ambiental que a produção de tintas sintéticas, alinhando-se à proposta do itinerário.

Imagem 1 - Fachada da E. E. Deputado Bady Bassit



Fonte: Arquivo próprio

4. MÉTODO DE PRODUÇÃO DAS TINTAS

Uma tinta é uma substância formada, basicamente, por dois elementos: pigmento e aglutinante. O pigmento confere cor à tinta, enquanto o aglutinante aumenta sua adesão a uma determinada superfície. Há diversas maneiras de se extrair cada pigmento vegetal, sendo os mais utilizados: cocção, infusão, maceração, fricção ou liquidificação. Da mesma forma, óleos, gomas, colas e ovos são alguns dos materiais com potencial para serem utilizados como aglutinantes. Após a extração, alguns pigmentos podem ser utilizados diretamente no papel, mas a adição de um aglutinante sempre conferirá maior resistência ao tempo (BERMOND, 2016).

Existem diversas maneiras de se produzir tintas utilizando pigmentos vegetais. Neste trabalho, as tintas foram confeccionadas por meio da obtenção da laca, ou do inglês *lake pigment*. Segundo Barrie (2012, p. 445) “os corantes orgânicos podem ser convertidos em pigmentos através de uma reação com sais metálicos, produzindo complexos metálicos insolúveis [...]”, ou seja, o processo gera um precipitado proveniente da combinação de um pigmento e um sal metálico.

Para isso, a primeira etapa consiste no banho de tingimento da planta escolhida, que nada mais é que o processo de fervê-la ou infusioná-la junto à água, até que esta adquira cor. Após essa etapa, a água é coada e nela adiciona-se alúmen de potássio e carbonato de sódio para que o pigmento coagule e decante, permitindo separá-lo da água. O alúmen de potássio é formado por sulfato de potássio e sulfato de alumínio. O carbonato de sódio reage com o sulfato de alumínio, formando hidróxido de alumínio e liberando gás carbônico, efeito possível de ser observado durante o processo. O hidróxido de alumínio é insolúvel em água e, por ser mais denso, tende a precipitar junto ao pigmento. Após aguardar algumas horas, a mistura é novamente coada, fazendo com que a laca fique retida no papel filtro. Para produzir aquarela ou tinta a óleo, deve-se esperar que a laca seque. Dessa forma, o próximo passo é triturá-la, formando um pigmento em pó, no qual deve-se adicionar um aglutinante. Para aquarela geralmente utiliza-se goma arábica, enquanto para tinta a óleo costuma-se adicionar o óleo de linhaça.

A fim de respeitar o tempo disponibilizado pela escola para realização do minicurso, a preparação das tintas ocorreu antes da última aula, onde elas seriam apresentadas e utilizadas pelos alunos. Assim, com a finalização da primeira e segunda aula, as estagiárias iniciaram em casa a extração dos pigmentos, fazendo uso do método citado anteriormente, utilizando flor de cosmo laranja (*Cosmos sulphurea*), flor de calêndula (*Calendula officinalis*) e repolho roxo (*Brassica oleracea*).

As plantas foram infusionadas em chaleiras contendo 1 L de água por cerca de 10 a 15 minutos. Após esfriar, o líquido colorido obtido ao final do processo foi coado e depositado em três garrafas PET cuja parte superior contendo o bico foi retirada. Em cada garrafa foram adicionados, para cada 1 L de água, 10 g de alúmen de potássio e 5 g de carbonato de sódio. Após respeitado o tempo de coagulação e precipitação de cada mistura, os conteúdos das garrafas foram coados com papel filtro, sendo as partes superiores retiradas das garrafas utilizadas como funil (Imagem 2). O líquido obtido pela filtração foi dispensado, enquanto a pasta colorida retida no filtro (Imagem 3) foi colocada para secar em local arejado (Imagem 4). O tempo de secagem completa de cada pigmento variou de dois a três dias. Passado esse tempo,

a maceração da laca foi realizada em um pilão de pedra, fazendo com que o produto final fosse um pó com a coloração do pigmento extraído e estes foram, então, armazenados em pequenos potes. No momento da secagem, enquanto o pigmento extraído do repolho roxo ainda se encontrava em forma pastosa, este passou a apresentar cheiro desagradável e as estagiárias optaram pelo descarte da pasta, mantendo para uso apenas uma pequena parcela que já havia secado e não apresentava odor. O processo foi repetido na semana seguinte, com folhas de hortelã (*Mentha spicata*), folhas de espinafre (*Spinacea oleracea*) e cascas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), sem mais problemas.

No final de semana anterior à aula, as estagiárias realizaram o passo seguinte do processo: adição do pigmento ao óleo de linhaça, aglutinante escolhido para criação de tinta à óleo. Para tal, foram necessários uma superfície plana, onde o pigmento em pó e o óleo de linhaça puderam ser despejados, e um *glass muller*, ferramenta utilizada para moer partículas de pigmento, facilitando sua aderência ao óleo. Uma taça foi utilizada para substituir tal instrumento (Imagem 5), cuja base plana serviu como haste de moagem.

Imagem 2 - Pigmento de calêndula sendo coado



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 3 - Pasta com o pigmento de calêndula



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 4 - Laca do pigmento de calêndula



Fonte: Arquivo Próprio

Imagem 5 - Adição do aglutinante ao pigmento de cosmos com a base da taça



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 6 - Casca de Barbatimão



Fonte: Emporium Sabor e Saúde, 2023.

Imagem 7 - Flor Cosmos Laranja



Fonte: Franco, 2012.

Imagem 8 - Flor de Calêndula



Fonte: Kuklina, 2020

Imagem 9 - Glass Muller



Fonte: Art Spectrum, 2020.

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

5.1. Período de observação das aulas

A primeira etapa do ECS consistiu na observação das aulas de Biologia e dos Itinerários Formativos da área de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, ministradas pelas professoras Vânia da Silva dos Santos Nogueira e Gisele Rodrigues Cucolo. A observação ocorreu de acordo com a grade horária da escola e a disponibilidade das alunas. Sendo assim, as discentes puderam acompanhar não só as aulas da 3ª série, como também das outras etapas. Esse período propiciou um maior entendimento sobre a dinâmica da sala de aula, bem como a interação entre professor-aluno e as diferentes estratégias didáticas utilizadas pelas professoras.

5.2. Período de regência

Após a etapa de observação, deu-se início ao período de regência, direcionado especificamente aos alunos da 3ª série C. Foram disponibilizadas duas aulas consecutivas durante três semanas, totalizando seis aulas, as quais ocorreram às segundas-feiras, sendo que duas delas foram reservadas para explicação da parte teórica, enquanto o restante para as aulas práticas, pois estas requeriam mais tempo. Ambas estagiárias estavam presentes em todas as aulas, mas cada uma ficou responsável por ministrar uma teórica, enquanto as práticas foram realizadas em conjunto.

5.2.1. Primeira aula

A primeira aula teórica, de caráter expositivo-dialogado, foi realizada utilizando-se *slides* e lousa. Nela, foram abordados sobre os diferentes tipos de plastídios (cloroplastos, cromoplastos e leucoplastos) e as funções desempenhadas por essas organelas nas plantas. Antes de entrar no conteúdo propriamente dito, a estagiária Maria Paula recapitulou junto aos alunos sobre as características que diferenciam uma célula vegetal da animal. Ainda, foi feita uma reflexão sobre o amadurecimento das folhas, utilizando como exemplo imagens de árvore de bordo, cujas folhas mudam do verde para tons alaranjados e vermelhos com a chegada do outono. Os estudantes foram indagados sobre o que teria acontecido na célula vegetal, para que as folhas mudassem de coloração, o que puderam compreender no decorrer da aula com o prosseguimento das explicações.

Posteriormente, a definição de plastídios foi apresentada, destacando suas características gerais, como a presença de duas membranas, estroma, sistema de membranas e DNA próprio.

A partir daí, deu-se início a explicação das características específicas de cada plastídio. Para isso, a estagiária elaborou na lousa um esquema simples com o nome de cada plasto, comparando as funções, presença ou ausência de pigmentos (clorofilas, e carotenoides) e armazenamento ou não de substância de reserva, solicitando para que os alunos escrevessem o mesmo no caderno. Vale destacar que, os *slides* também apresentavam tais informações, além de conter imagens de microscopia e ilustrações dessas estruturas. Em seguida, houve a explicação de que os plastídios não são as únicas organelas a armazenarem pigmentos, pois o vacúolo acumula pigmentos do grupo dos flavonoides.

Após essa introdução, deu-se início a explicação de como os plastídios se desenvolvem, um processo que envolve um precursor indiferenciado denominado proplastídio, cuja presença é muito comum em células meristemáticas de raízes, caules e folhas, pois estas ainda são indiferenciadas. Nesse momento, foi abordado que os diferentes tipos de plastídios são capazes de passar de uma forma para outra. Isso foi exemplificado a partir da reflexão realizada no início da aula. Assim, os alunos puderam compreender que as folhas verdes tornam-se vermelhas ou alaranjadas com a mudança de estação, pois os cloroplastos se transformam em cromoplastos, por meio da degradação das clorofilas e aumento da síntese de carotenoides. Para reforçar essa informação, a estagiária também abordou sobre o amadurecimento de frutos.

Na sequência, iniciou-se o conteúdo relacionado com a física: luz. Em um primeiro momento, definiu-se o que é luz e, com isso, foram apresentados conceitos sobre comprimento de onda, destacando acerca do espectro da luz visível e a forma como as cores são enxergadas. Dessa forma, foi possível explicar o mecanismo pelo qual os pigmentos absorvem a luz, sendo que cada um deles absorve comprimentos de onda distintos. De maneira mais detalhada a respeito das clorofilas, foi elucidado que existem diversos tipos, que variam de acordo com a estrutura molecular e suas propriedades de absorção. De modo geral, as clorofilas absorvem luz nos comprimentos de onda do violeta, azul, laranja e vermelho, enquanto refletem, principalmente, os comprimentos referentes à cor verde. Com relação aos carotenoides, foi explicitado que estes consistem em uma classe de pigmentos que refletem a cor vermelha, laranja ou amarela. Embora auxiliem na fotossíntese absorvendo luz em diferentes comprimentos de onda, sua função principal é atuar como antioxidante, ou seja, protegendo a planta contra o excesso de luz. Os flavonoides, por sua vez, foram apresentados como substâncias fenólicas (possuem um grupo hidroxila ligado a um anel aromático) que fazem parte do metabolismo secundário das plantas. Eles são pigmentos hidrossolúveis presentes nos vacúolos. São divididos em várias classes, destacando-se as antocianinas, que variam desde o vermelho, roxo e azul.

Subsequentemente, ensinou-se que as plantas emitem sinais para atrair polinizadores até suas flores, sendo os pigmentos vegetais um desses sinais, com destaque aos flavonoides, pois estes são predominantemente responsáveis pela coloração floral. Além disso, abordou-se que os pigmentos presentes nos frutos atraem animais, pois dependendo da cor, sinalizam que estão prontos para consumo e, dessa forma, as sementes podem ser dispersas. Ainda, foi destacado que a visão dos animais é distinta da dos seres humanos. As abelhas, por exemplo, são capazes de enxergar o ultravioleta, assim como certas aves, lagartos e insetos e, portanto, reagem a estímulos que não conseguimos visualizar.

Por fim, a estagiária realizou junto dos alunos uma questão do ENEM sobre o espectro de absorção dos pigmentos vegetais, com o intuito de avaliar o entendimento dos discentes acerca do conteúdo abordado na aula. O resultado foi satisfatório, pois estes interagiram e responderam corretamente a pergunta.

5.2.2. Segunda aula

Logo após o término da aula anterior, os alunos foram levados até o laboratório de Biologia da escola para a execução da aula prática, a qual consistiu na observação dos plastídios. Para visualizar os cloroplastos, as estagiárias prepararam uma lâmina contendo um folíolo de *Egeria densa*. Já para observação dos cromoplastos, utilizou-se epiderme de tomate, enquanto para os leucoplastos, a epiderme de batata inglesa corada com iodo foi observada. As lâminas foram dispostas em três microscópios ópticos, que ficaram posicionados em uma bancada em frente à lousa. Após a montagem do material, as estagiárias indicaram qual microscópio continha a epiderme de cada vegetal utilizado e foi entregue aos alunos uma folha de exercícios para estes preencherem após realizarem suas observações. A proposta foi analisar as lâminas e, utilizando dos conhecimentos adquiridos em aula, identificar qual plasto e pigmento estavam observando e, então, desenhar estas estruturas como as enxergavam no microscópio.

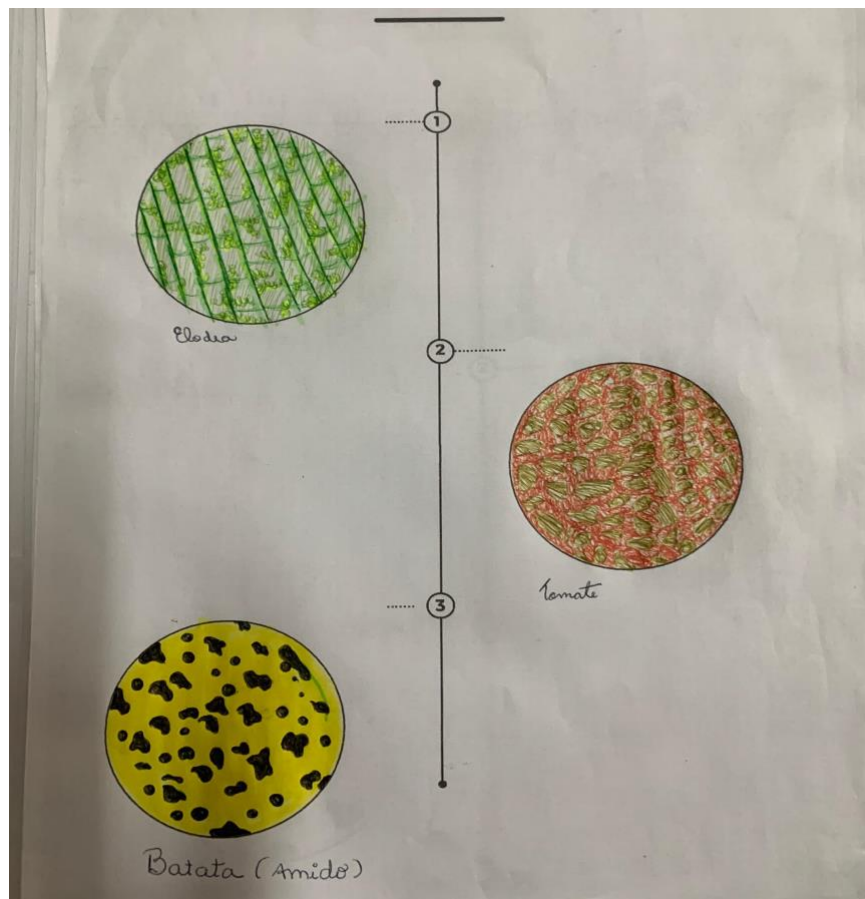
Ao fim da aula, os alunos puderam expressar qual havia sido sua análise e como fizeram para identificar visualmente qual plasto e pigmento estavam observando. A folha para desenho permaneceu com estes durante a semana, para que pudessem terminar de colorir seus desenhos (Imagem 6).

O objetivo da prática foi fazer com que os estudantes entrassem em contato com o material de estudo e, além disso, o exercício foi planejado com a intenção de instigá-los a relacionar a cor por eles observada com o pigmento por ela responsável e, com base na resposta,

racionalizar qual plasto provavelmente estavam observando. Por exemplo: cromoplastos apresentam apenas carotenoides, não contendo clorofilas, então, para identificação deste plastídio, a lâmina deveria demonstrar células unicamente com a presença da cor alaranjada. Por sua vez, os cloroplastos podem conter ambos pigmentos citados, portanto, para sua identificação, deveriam observar qual lâmina apresentava apenas cor verde, ou um misto de verde com laranja.

Tal prática foi planejada desta maneira para que não fosse apenas uma aula de observação de plastos e pigmentos vegetais e, sim, de maneira a incentivar os alunos a realizarem sua própria exploração e desenvolverem seu raciocínio para conclusão do que estavam vendo em cada lâmina.

Imagem 10 - Atividade finalizada de um aluno



Fonte: Arquivo Próprio

5.2.3. Terceira aula

A terceira aula ministrada foi a segunda aula teórica para a turma e foi desenvolvida com o auxílio de *slides*, tendo caráter expositivo-dialogado e posterior realização de uma dinâmica.

Nela, foi abordado o uso de pigmentos vegetais por sociedades humanas de maneira geral, enfocando principalmente em seu uso por diversas etnias indígenas no Brasil. Além disso, foi explicado como se orientar pela coloração de alguns vegetais para identificar quais possíveis propriedades nutricionais e benefícios para a saúde ele pode oferecer.

A aula teve início com uma recapitulação do conceito físico de luz, já explicado com detalhes na primeira aula, para relembrar a forma como as cores são enxergadas. Seguiu-se uma introdução histórica onde a estagiária Alexia Correa apresentou a extração de pigmentos vegetais como um dos principais recursos para antigas civilizações contarem histórias e expressarem suas vivências, através das pinturas rupestres, e passarem seus costumes de geração em geração, marcando a forma como desde o Paleolítico, os seres humanos já buscavam materiais capazes de conferir cor. Assim, a aula teve sequência exemplificando como diversos países seguiram utilizando pigmentos vegetais, já que as cores se tornaram um grande atrativo, mas de difícil obtenção, principalmente para vestimentas. Durante determinado período na Europa, apenas a aristocracia tinha acesso à vestimenta colorida, sendo vermelho a cor preferida pelos ricos. Com essa explicação, a estagiária pode relacionar a grande exploração de pau-brasil, *Paubrasilia echinata*, durante o Brasil colônia, com o fato desta árvore apresentar madeira impregnada por brasilina, pigmento que confere à seu lenho cor vermelha intensa ou amarronzada, que passou a ser utilizada pelos portugueses para tingimento de tecidos e fabricação de tinturas, juntamente à sua madeira, para construção de móveis, instrumentos musicais e outros materiais.

Logo, a aula foi direcionada para utilização de pigmentos vegetais por grupos indígenas brasileiros, onde a estagiária explicou que estes são muito utilizados para tingimento de vestimentas, materiais e, principalmente, em pinturas corporais. Foi esclarecido que o significado de cada pintura varia de etnia para etnia, portanto, uma mesma pintura pode ter significado diferente em cada grupo. Também foi enfatizado que pintar o corpo faz parte da cultura, além de ser um ato de resistência ao colonialismo e ao eurocentrismo. Pintar-se ritualmente representa uma marca étnica, pois é uma maneira de expressar seus valores e sentimentos, sendo, portanto, mais do que estética, e sim simbólico. Para exemplificar, foi dado exemplo de como pinturas a base de urucum, *Bixa orellana*, fruto rico em um pigmento pertencente ao grupo dos carotenoides, a bixina, são utilizadas em diferentes contextos, em duas etnias distintas: pelos indígenas do Alto Xingu, que pintam o corpo e os cabelos no ritual *Kuarup*, para se reconectarem com seus ancestrais e homenagearem os mortos, e os indígenas *Nambikwaras*, onde as meninas se pintam para uma comemoração quando atingem a puberdade

e têm a primeira menstruação. Vale ressaltar que, durante a explicação, imagens foram mostradas.

A aula então seguiu para um relembrando, onde a estagiária auxiliou os alunos a construir um esquema informando quais organelas são responsáveis por armazenar quais pigmentos, a função principal de cada pigmento nas plantas, e quais cores estes poderiam conferir a elas, pois os auxiliaria na dinâmica feita em seguida, bem como na segunda aula prática.

A atividade seguinte consistiu na exibição de imagens contendo três fotos de partes de vegetais diferentes, podendo ser folha, semente, raiz, fruto ou flores, todos com a mesma classe de pigmento visualmente dominante. Então, a estagiária perguntou aos alunos, que tinham o esquema em mãos, qual classe de pigmentos eles acreditavam que as estruturas nas imagens apresentavam. Após ouvir as suposições, passava o *slide* com as respostas e seguia com a explicação a respeito de como os alimentos apresentando aquela cor e, portanto, tendo aquele pigmento como dominante, poderiam ajudar na saúde quando usados diariamente nas refeições. Tal dinâmica foi feita até se passar por três classes de pigmentos: carotenoides, clorofilas e flavonoides. Para que fosse possível explicar o poder antioxidante da maioria dos vegetais, houve uma breve explicação de como ocorrem os fenômenos químicos de oxidação e redução.

5.2.4. Quarta aula

Após a aula anterior, os alunos foram levados ao laboratório de Biologia para a realização de uma cromatografia em papel, cujo intuito era demonstrar que as plantas possuem diversos tipos de pigmento, mesmo que isso não seja perceptível, devido ao predomínio de algum deles. A cromatografia consiste em um método físico-químico de separação de misturas, que ocorre por meio do diferencial de migração dos componentes de uma amostra, entre uma fase móvel e outra estacionária. No caso da cromatografia em papel, a fase móvel corresponde aos solventes, sendo o álcool etílico e a acetona os mais acessíveis para experimentos escolares, enquanto a fase estacionária é o próprio papel. O solvente sobe pelo papel por capilaridade, arrastando os componentes que apresentam maior afinidade por ele. Já os que apresentam menor afinidade pelo solvente, interagem com a celulose e ficam retidos nas fibras do papel. Desta forma, essa técnica é frequentemente utilizada para separação de pigmentos fotossintéticos.

Os vegetais selecionados para o processo foram folhas de espinafre, hibisco variegado e trapoeraba-roxa. Antes do procedimento, as estagiárias apresentaram a planta *Tradescantia*,

conhecida popularmente como trapoeraba-roxa por possuir caule, folhas e flor de um tom roxo amarronzado. A partir daí, foi feito o seguinte questionamento: "Qual ou quais pigmentos vocês acham que esta planta possui e por quê?". O objetivo desta indagação era analisar se os alunos haviam compreendido sobre as funções de cada plastídio. Foi permitido que os alunos realizassem a análise com auxílio de suas anotações da aula anterior. A resposta esperada era de que, apesar da planta ser roxa, coloração expressada pela presença de flavonoides, ela também continha outros pigmentos, como a clorofila, imprescindível para a fotossíntese, mesmo que a cor verde não fosse visível.

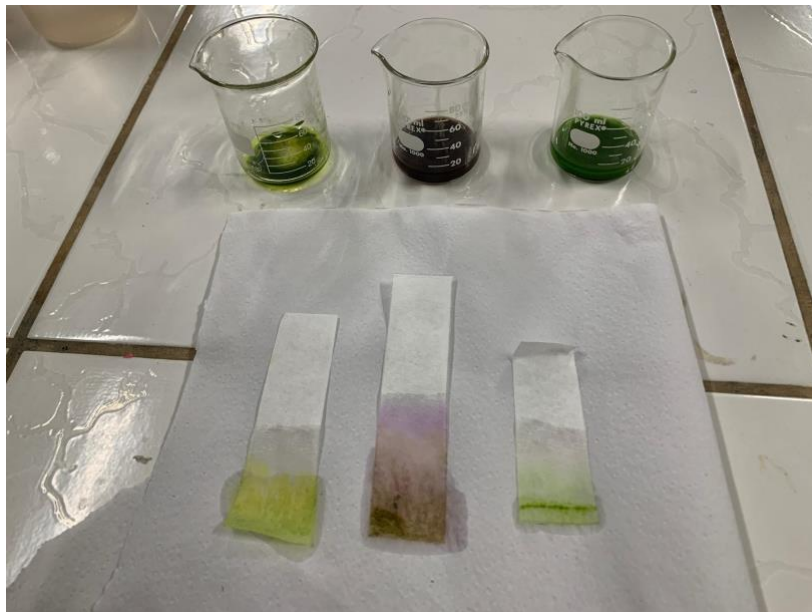
Na sequência, as estagiárias explicaram sobre o experimento a ser feito e organizaram os materiais necessários na bancada, sendo: três tiras de papel filtro (de café), três almofarizes com pistilo, três béqueres, peneira e álcool 70°. Com a orientação das estagiárias, alguns alunos se dispuseram a realizar cada etapa. Primeiramente, recortaram as folhas em pequenos pedaços e as colocaram no almofariz contendo um pouco do álcool. Em seguida, foram macerando até a obtenção dos extratos de pigmentos (Imagem 7), os quais foram coados e adicionados nos béqueres, onde as tiras de papel filtro foram posicionadas. Em seguida, devido a limitação de tempo, aguardou-se apenas 15 minutos para a visualização dos resultados, cuja qualidade foi afetada pelo material do papel filtro e o pouco tempo disponível, principalmente a amostra de espinafre. Ainda assim, foi possível observar (Imagens 8 e 9) que as clorofilas ficaram retidas na porção basal das três tiras de papel, enquanto os carotenoides ficaram retidos na região acima das clorofilas. Já os flavonoides, presentes na trapoeraba-roxa, percorreram por mais tempo ao longo do papel, sendo retidos na porção superior. Esse posicionamento se deve às diferentes estruturas químicas e pesos moleculares de cada pigmento fotossintético. As clorofilas são apolares e apresentam um menor peso molecular, quando comparadas com os carotenoides e flavonoides, que por sua vez, são polares. Por essa razão, as clorofilas correm mais devagar pelo papel, ficando mantidas na parte anterior.

Imagem 11 - Alunos macerando os vegetais para a cromatografia



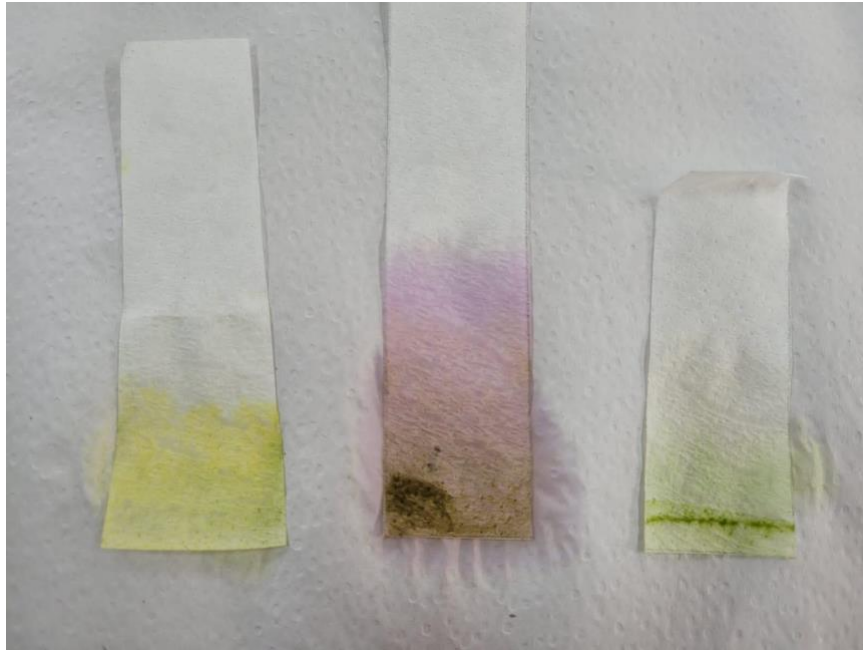
Fonte: Arquivo próprio

Imagem 12 - Sumo dos vegetais e a cromatografia utilizando-os



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 13 – Cromatografias: da esquerda para direita: hibisco variegado, trapoeraba-roxa e espinafre



Fonte: Arquivo próprio

5.2.5. Quinta e sexta aulas

A aula final foi dividida em duas etapas. A primeira ocorreu no laboratório de Biologia, e constituiu na explicação do método de produção das tintas por meio de apresentação de *slides* contendo imagens e vídeos gravados pelas estagiárias durante todo o processo de confecção. Ainda, o fruto de urucum (*Bixa orellana*) foi distribuído para todos os alunos, a fim de possibilitar a eles a experiência de tocar e explorar a planta retratada na terceira aula com as próprias mãos (Imagem 10). Todos os alunos abriram o fruto, alguns esfregaram a semente na pele, testando sua pigmentação natural, já outros as esfregaram no caderno e, por fim, uma das alunas o desenhou aberto em seu caderno utilizando as sementes do fruto real para pintar as sementes do fruto por ela desenhado.

Além disso, as estagiárias realizaram a demonstração do processo de infusão e reação entre o carbonato de sódio e o alúmen de potássio, utilizando cascas de barbatimão, para que os alunos pudessem visualizar a liberação do gás carbônico durante a reação química, e início do processo de precipitação do pigmento. Posteriormente, os alunos foram levados a um espaço com mesas, localizado externamente ao laboratório, e separados em cinco grupos, onde puderam participar do processo de adição do aglutinante ao pigmento de calêndula, fazendo a mistura com espátula a moagem com a taça (Imagem 11). Por fim, os materiais para pintura, como tiras de papel para aquarela com gramatura 300g/m² e pincéis foram distribuídos, e os cinco potes contendo as tintas produzidas anteriormente pelas estagiárias foram colocados

separadamente em cinco mesas, sendo um papel disponibilizado ao lado de cada pote, indicando qual vegetal foi utilizado para obtenção daquela cor. Assim, os alunos foram orientados a realizar um rodízio onde cada grupo seria direcionado a uma mesa, teriam um tempo para que todos pudessem utilizar da tinta em sua tira de papel e em seguida passariam para a próxima mesa, contendo a próxima tinta, até que todos os grupos passassem por todas as mesas e utilizassem todas as tintas. Ao final da aula, cada aluno teria como resultado um marcador de página (Imagem 12) contendo no total cinco pinceladas, cada uma da cor de uma tinta produzida a partir de um vegetal diferente. Foi sugerido também que os alunos escrevessem o nome da planta utilizada para obtenção daquela cor, abaixo de cada pincelada.

Imagem 14 - Alunos manipulando o fruto do urucum



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 15 - Alunos adicionando aglutinante ao pigmento



Fonte: Arquivo próprio

Imagem 16 - Uso das tintas



Fonte: Arquivo próprio

6. RESULTADOS

Com o intuito de avaliar a eficácia da metodologia utilizada a partir do ponto de vista dos alunos, um formulário do *Google Forms* (Apêndice A) foi disponibilizado. A discussão segue abaixo:

Gráfico 1 - Conhecimento prévio a respeito dos pigmentos vegetais

16 respostas



Fonte: Arquivo próprio

É possível observar que a maioria dos alunos (56,3%) já possuía conhecimento sobre a clorofila. Por se tratar de alunos da terceira série do ensino médio, tal resultado já era esperado. Já 12,5%, além de conhecerem a clorofila, recordavam também dos carotenoides, porém não apresentavam conhecimento prévio dos flavonoides. Por fim, 31,3% não se lembravam ou não conheciam nenhum pigmento vegetal. Além disso, foi percebido durante a primeira aula que os alunos que sabiam da existência dos carotenoides tinham uma noção básica apenas de sua função nutricional para os seres humanos, dando respostas como “o betacaroteno é um carotenoide, né? Sei que faz bem pra saúde”, não compreendendo qual seria a sua função para a planta, portanto, com a explicação das estagiárias, estes alunos puderam expandir seu conhecimento a respeito da variedade de funções cumpridas por tal pigmento, tanto para o bom funcionamento da planta quanto para a saúde humana.

Gráfico 2 - Porcentagem de alunos que compreendem a existência de mais de um tipo de pigmento em uma planta, mesmo que apenas um seja visível.

16 respostas

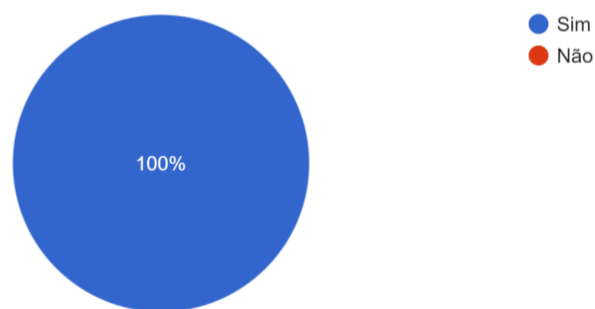


Fonte: Arquivo próprio

Em um primeiro momento, 12,5% dos discentes consideraram que apenas o pigmento predominante existia, enquanto outros 12,5% desconfiavam da presença de outros tipos, além deste. Já 75% dos alunos tiveram a percepção de que, apesar do domínio de um deles, a planta também possuía outros tipos. Esse resultado pode ser explicado, pois a coexistência de pigmentos foi explicada e lembrada nas aulas iniciais.

Gráfico 3 - Eficácia da cromatografia como estratégia para facilitar a visualização da coexistência de pigmentos.

16 respostas

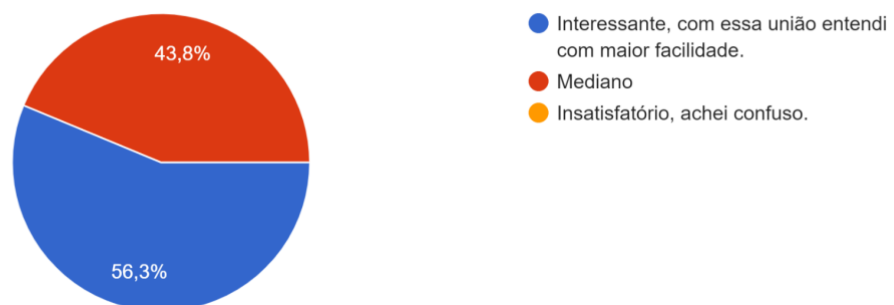


Fonte: Arquivo próprio

Foi consenso entre os alunos que a realização da cromatografia auxiliou no entendimento da coexistência de pigmentos nas plantas, mesmo que um deles se sobreponha.

Gráfico 4 - Relevância da interdisciplinaridade para o entendimento do conteúdo.

16 respostas



Fonte: Arquivo próprio

56,3% tiveram maior facilidade para entender o conteúdo pelo fato de as aulas terem tido caráter interdisciplinar, enquanto 43,8 % acreditam que auxiliou parcialmente para o

entendimento. Vale destacar que nenhum dos alunos relatou achar aulas interdisciplinares insatisfatórias.

Para finalizar, foi perguntada a opinião dos alunos a respeito da aula final, realizada inicialmente dentro do laboratório e em seguida conduzida para o ambiente extraclasse, onde os estudantes puderam manusear a tinta confeccionada a partir dos pigmentos vegetais. Das dezesseis respostas, todas foram positivas, expressando o contentamento dos alunos ao entrarem em contato com uma aula diversificada, como explicitado em comentários como: “muito bom para o entendimento da aula e conhecimento sobre plantas, e podia ter mais aulas desse tipo.” e “foi uma aula e clara e produtiva, aprendi sobre os pigmentos e poderia ter mais”. Além disso, a palavra “divertida” foi usada em oito comentários no total.

7. CONCLUSÃO

Com a realização do presente trabalho, as estagiárias pretendiam possibilitar aos alunos a experiência de aulas de botânica diferenciadas, cujas dinâmicas tornassem possível uma melhor abordagem do conteúdo através da sensibilização pela arte e história, e aproximação do assunto com aulas levando em conta o cotidiano deles, conquistando maior envolvimento e participação.

Ao decorrer das aulas teóricas, foi perceptível que uma considerável parcela dos alunos se sentiu confortável para realizar comentários e responder aos questionamentos feitos pelas estagiárias. Ainda, as aulas práticas realizadas no laboratório da escola despertaram a vontade dos educandos de manipular e explorar os materiais, assim como de participarem ativamente dos procedimentos, como por exemplo, macerando os vegetais necessários para aula de cromatografia, misturando o pigmento ao aglutinante com a taça e se divertindo manuseando o fruto do urucum na última aula, já que isso era algo novo para eles.

Portanto, a exploração de recursos visuais e as possibilidades de interdisciplinaridade aqui utilizadas representam uma alternativa para superação da Cegueira Botânica.

8. CARGA HORÁRIA DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO

De acordo com o Projeto Pedagógico do Curso de Ciências Biológicas do IBILCE/UNESP é necessário que os estagiários de licenciatura realizem 315 horas de Estágio Curricular Supervisionado IV, as quais foram distribuídas da seguinte maneira:

- 1) **Período de observação:** 40 horas
- 2) **Período de regência:** 4,5 horas
- 3) **Elaboração das aulas e produção de materiais:** 168 horas
- 4) **Elaboração do relatório final:** 102,5 horas

9. REFERÊNCIAS

- BONAFÉ, C. et al. Produção de tintas com a utilização de pigmentos vegetais: favorecendo a abordagem interdisciplinar no ensino de Química. 33o EDEQ - Movimentos Curriculares da Educação Química: o permanente e o transitório. Anais, 2013
- BERMOND, Jhon. Apostila intuitiva de pigmentos naturais. 1. ed. Rio de Janeiro: Arte da Terra, 2016.
- BERRIE, B. H. Rethinking the History of Artists' Pigments Through Chemical Analysis. *Annual Review of Analytical Chemistry*, v. 5, n. 1, p. 441–459, 19 jul. 2012.
- CARVALHO, P. S. .; MENDES, M. R. de A. . Teaching strategies for high school with the use of native flora in the Municipality of Esperantina-PI. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e13210615591, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15591. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15591>. Acesso em: 19 dec. 2022.
- FREITAS, D. et. Al. Uma abordagem interdisciplinar da Botânica no Ensino Médio. *IESDE Brasil*. 2012.
- LIMA, V. et. Al. Entre cores e tintas naturais: desdobramentos dos pigmentos vegetais para o ensino de botânica e arte. *Experiências em ensino de ciências UFMT*. 2022. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/993>. Acesso em: 02.Abr.2023.
- LIMA, Y. et. Al. Descobrimo as ciências na cultura indígena: pinturas corporais. V.1, n.1, 2015. *Revista Curiá: múltiplos saberes*. Acessível em: <https://seer.ufs.br/index.php/CURIA/article/view/3627>. Acesso em: 02.abr.2023.
- PATATT, K.; BEIER, C.; MARTINAZO, E. G. Relação entre as cores florais e sua polinização por abelhas. *Salão do Conhecimento*, [S. l.], v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/16645>. Acesso em: 3 abr. 2023.
- SANTOS, I., GELLER, R., ZOCH, A. N. (2016). Tintas naturais e interdisciplinaridade: uma sequência didática dentro da aprendizagem significativa. *Simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia*. Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: Sinect, 2016. p. 1-10.
- SÉQUIN, Margareta. *The chemistry of plants: perfumes, pigments, and poisons*. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 2012. Acesso em: 19 dec. 2022.
- WANDERSEE, J. H., SCHUSSLER, E. E. (2001). Towards a theory of plant blindness. *Plant Sci. Bull.*, v. 47, n. 1, p. 2-9. Disponível em: https://cms.botany.org/userdata/IssueArchive/issues/originalfile/PSB_2001_47_1.pdf Acesso em: 19 dec. 2022.

APÊNDICE A - Formulário “Feedback das aulas sobre pigmentos vegetais”

1. Qual era seu conhecimento sobre pigmentos vegetais antes das aulas?
 - a. Não conhecia/não lembrava
 - b. Conhecia/lembrava apenas da clorofila
 - c. Conhecia as clorofilas e os carotenoides, mas não sabia dos flavonoides
 - d. Conhecia todos que foram abordados

2. A segunda aula prática se iniciou com a apresentação da planta do gênero *Tradescantia* ou "Trapoeiraba-roxa". Ela foi exposta para observação, em seguida, foi feito o questionamento “Qual ou quais pigmentos você acha que esta planta apresenta? Por quê?”. Foi fácil para você chegar a resposta correta? Se não, qual foi sua resposta inicial ao analisar visualmente a planta?
 - a. Não, em um primeiro momento pensei apenas nos flavonoides
 - b. Mais ou menos, pois pensei nos flavonoides, mas desconfiava da presença de outros
 - c. Sim, apesar de ser roxa e entender que havia a presença dos flavonoides, também pensei na clorofila e em outros pigmentos.

3. A realização da cromatografia após a discussão anterior foi positiva para auxiliá-lo a compreender que há presença de mais de um pigmento vegetal nas plantas, além daquele que se sobrepõe visualmente?
 - a. Sim
 - b. Não

4. Qual a sua opinião a respeito da interdisciplinaridade das aulas com Arte, História e Física? Essa união de disciplinas auxiliou no entendimento do conteúdo de botânica?
 - a. Interessante, com essa união entendi com maior facilidade
 - b. Mediano
 - c. Insatisfatório, achei confuso

5. Qual sua opinião sobre a aula de encerramento? (Produção de tintas vegetais).

Resposta livre