



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

**METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: uma abordagem
investigativa de ensino baseada em evidências e contextualização**

Belo Horizonte

2024

Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

**METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: uma abordagem
investigativa de ensino baseada em evidências e contextualização**

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede
Nacional, do Instituto de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Macro Projeto de Pesquisa: Educação em
biologia para melhoria da saúde

Linha de Pesquisa: Organização e
Funcionamento dos Organismos

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Belo Horizonte

2024

043

Zanetti, Naiara do Nascimento Santiago.

Metabolismo secundário de plantas: uma abordagem investigativa de ensino baseada em evidências e contextualização [manuscrito] / Naiara do Nascimento Santiago Zanetti. – 2024.

166 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Rafael Pinto Vieira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Técnicas de Pesquisa. 3. Bioquímica. 4. Plantas. 5. Metabolismo. I. Vieira, Rafael Pinto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO**"METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DE ENSINO BASEADA EM EVIDÊNCIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO"****NAIARA DO NASCIMENTO SANTIAGO ZANETTI**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada no dia **27 de março de 2024, às 9:00 horas**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

DR. RAFAEL PINTO VIEIRA

UFMG

DRA. CAMILA DIAS LOPES

UFMG

DRA. EMÍLIA ORDONES LEMOS SALEH

UESPI

Belo Horizonte, 14 de junho de 2024

ALFREDO HANNEMANN WIELOCH

Coordenador PROFBIO-ICB/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 14/06/2024, às 14:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3303414** e o código CRC **29FAA93C**.

Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

**METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: uma abordagem
investigativa de ensino baseada em evidências e contextualização**

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede
Nacional, do Instituto de Ciências Biológicas,
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Macro Projeto de Pesquisa: Educação em
biologia para melhoria da saúde

Linha de Pesquisa: Organização e
Funcionamento dos Organismos

Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira - UFMG (Orientador)

Prof^ª. Dr^ª. Camila Dias Lopes - UFMG (Banca Examinadora)

Prof^ª. Dr^ª. Emília Ordones Lemos Saleh - UESPI (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 27 de março de 2024.

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Mestrando: Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

Título do TCM: METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: uma abordagem investigativa de ensino baseada em evidências e contextualização

Data da defesa: 27 de março de 2024

Sair da zona de conforto não é fácil. Após treze anos longe da universidade, voltar com uma bagagem familiar, marido e filhos, é, no mínimo, desafiador.

Fazer o mestrado profissional em ensino de biologia significou a conquista de muito mais que um título. Foi a superação de dificuldades associadas ao prazer do conhecimento, que tornou o hábito de estudar quase viciante. Todo o conhecimento renovado e descoberto, as possibilidades de aplicação e de realização de atividades em sala de aula, a convivência com professores e colegas que se uniam para chegar, todos, ao final, vitoriosos; levarei para a vida inteira.

O PROFBIO foi algo que aconteceu de forma inesperada. Muitos planejavam fazer o mestrado há muitos anos, ou já haviam tentado fazer a prova para ingresso várias vezes, mas eu não. Decidi fazer para aprender um pouco mais sobre as estratégias de aprendizagem e saio agora com um outro pensamento sobre o que é ensinar e aprender. Sei que as estratégias existem e são importantes, sem dúvida; mas se não despertamos o desejo de aprender, nenhuma estratégia é eficiente. O PROFBIO me ensinou a usar as maravilhas da biologia para despertar nos meus alunos o desejo de saber mais, a resgatar o que foi perdido lá atrás: o encantamento. Ensinar o que realmente importa para eles, mostrar que o conhecimento está em tudo o que fazem, demonstrar que eles podem ser mais do que imaginam e que as pessoas que inventam e descobrem coisas importantes, não são diferentes deles.

Hoje posso dizer com certeza que todas as noites em claro e os finais de semana em frente ao computador, fazendo as atividades pré e pós, estudando nas férias para a qualificação, que me fazia sentir aquele frio na barriga que não sentia há muito tempo, tudo isso, valeu a pena.

Finalizo o mestrado profissional em ensino de biologia com mais que um título, saio com a convicção de que nunca chegamos ao final e que cada etapa nos prepara sempre para o próximo passo. Só temos que ter a coragem para seguir em frente.

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista ao meu esposo Bruno e aos meus filhos Yuri e Tainá, que são inspiração e fonte de toda força e amor necessários para todas as minhas vitórias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me possibilitar trilhar esse caminho maravilhoso da educação, mesmo com tantos tropeços e pedras no caminho, pois cada dificuldade encontrada foi transposta e contribuiu para que eu seja, hoje, uma pessoa melhor e mais capacitada do que há dois anos.

Meu eterno agradecimento ao meu esposo Bruno, por estar sempre comigo, me apoiando e acreditando que eu sou capaz, me incentivando e ajudando sempre. A cada dia que passa, tenho a certeza de que Deus colocou você na minha vida para me tornar uma pessoa melhor e mais forte. Te amo! Obrigada!

Aos meus filhos, Yuri e Tainá, meu agradecimento por compreenderem que nos momentos em que falhei por não dedicar o tempo que vocês mereciam, eu estava fazendo tudo pensando em vocês! Vocês foram, são e serão a razão de tudo o que faço. Amo muito vocês! Obrigada!

Agradeço aos meus pais por sempre terem acreditado em mim e me possibilitado chegar onde estou. Foi graças ao esforço e sacrifício de vocês que sou a pessoa que me orgulho de ser hoje.

A todos os meus familiares e amigos, agradeço pelo incentivo, sempre! Vocês são demais!

Agradeço especialmente ao meu orientador, professor Rafael P. Vieira, por topar viajar comigo neste balão! Todas as ideias, discussões, mensagens de tranquilidade e de correções, toda a confiança depositada na proposta de pesquisa e uma orientação impecável para que esta pesquisa fosse digna de um título de mestre. Obrigada!

Aos professores do PROFBIO, aos colegas da turma 2022, aos alunos, professores e direção da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, ao PIBID Biologia da PUC Minas, e ao apoio financeiro da CAPES; meus sinceros agradecimentos por serem sempre parceiros nesta empreitada.

Não poderia deixar de agradecer à professora Maria das Graças Lins Brandão, que me ensinou, no início da minha caminhada acadêmica, muito do que sei e sou hoje, acreditando no meu potencial, sempre com muito rigor e muito conhecimento. Obrigada!

Diante de tudo que vivemos, percebemos que não somos ninguém se não podemos contar com pessoas que nos apoiam e nos incentivam. Carregamos em nós um pouco de cada um que passa na nossa vida! Obrigada a todos!

“Only a life lived for others is a life worthwhile.”

(“Somente uma vida vivida para os outros é uma vida que vale a pena”)

(Albert Einstein)

RESUMO

A Bioquímica, área interdisciplinar da Ciência, é fundamental para a compreensão dos processos químicos envolvidos nos organismos vivos e exige um alto grau de abstração para a compreensão da estrutura e funcionamento das biomoléculas no metabolismo celular. No ensino médio, a abordagem da Bioquímica é superficial, o que resulta na formação de alunos sem conhecimentos básicos para ingressarem no ensino superior, além de serem incapazes de estabelecer conexões entre processos biológicos importantes. Com o objetivo de favorecer a percepção da Bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada, permitindo a aproximação do conhecimento científico do cotidiano dos estudantes do ensino médio, foi desenvolvida uma sequência didática investigativa (SDI), composta por seis aulas, aplicada em uma turma de segunda série do Ensino Médio Tempo Integral Profissionalizante - Técnico em Química, formada por onze alunos, que utilizou conceitos de Bioquímica associados ao conhecimento sobre o metabolismo vegetal. Além dos diagnósticos inicial e final para verificação do conhecimento prévio e do conhecimento consolidado ao final da aplicação da SDI, respectivamente, os alunos foram envolvidos em processos exploratórios sobre etnobotânica e metabolismo vegetal, para o aprimoramento da postura investigativa, desenvolvendo habilidades necessárias às aulas que envolviam práticas experimentais investigativas, adaptadas ao ambiente escolar. A SDI proposta contribuiu para o desenvolvimento do protagonismo dos alunos e desenvolvimento de habilidades relacionadas à autonomia e pensamento crítico-investigativo, mostrando-se alinhada à BNCC. Para a coleta e análise dos dados foram utilizados métodos como a Análise de Conteúdo de Bardin, Prática do Letramento de Gee e Método Intuitivo; adequados ao caráter qualitativo da pesquisa. A partir do desenvolvimento das atividades propostas na SDI, os alunos puderam estabelecer relação entre as evidências obtidas e as características das biomoléculas, formulando hipóteses sustentadas cientificamente, estabelecendo conexões entre conceitos, definições, evidências e aplicações. Devemos considerar que a “impercepção” Bioquímica, assim como a “impercepção” Botânica, é um a realidade na educação básica, pois trata-se de um conhecimento estruturado em uma base micro e submicroscópica, e os alunos apresentam grande dificuldade na percepção dos processos por meio da identificação de evidências. Como não podemos alcançar com tanta facilidade o universo micro e submicro, estabelecer uma relação entre o macro e essas duas dimensões é a chave para a compreensão da Bioquímica.

Palavras-chave: Abordagem investigativa, Bioquímica, Metabolismo secundário de plantas, Biomoléculas, Evidências.

ABSTRACT

Biochemistry, an interdisciplinary area of Science, is fundamental for understanding the chemical processes of living organisms. It requires a high degree of abstraction to understand biomolecules structural and functional features in cellular metabolism. In high school, the Biochemistry approach is superficial, leading to the formation of students without basic knowledge. Furthermore, this approach is unable to establish connections among important biological processes. Aiming to enable the perception of Biochemistry applied to plant metabolic processes in a contextualized way, allowing the approximation of scientific knowledge of the everyday life of high school students, an investigative didactic sequence (IDS) was developed. Consisting of six classes, it was applied in a second grade class of Full-Time Vocational High School - Chemistry Technician, made up of eleven students, which used Biochemistry concepts associated with knowledge about plant metabolism. In addition to the initial and final diagnoses to verify prior knowledge and consolidated knowledge at the end of the IDS application, respectively, students were involved in exploratory processes on ethnobotany and plant metabolism, to improve their investigative stance, developing skills necessary for classes that involved investigative experimental practices, adapted to the school environment. The proposed IDS contributed to the development of protagonist students and the development of skills related to autonomy and critical-investigative thinking, proving to be aligned with the BNCC. The students were exposed to a question that guided the development of contextualized and investigative activities, through video analysis, discussion with peers, experiments for perception and collection of evidence, formulation of hypotheses and collective conclusion with analysis of the collected data. Considering data collection and analysis, methods such as Bardin's Content Analysis, Gee's Literacy Practice and Intuitive Method were used; appropriate to the qualitative nature of the research. From the development of the activities proposed in IDS, students were able to establish a relationship between the evidence obtained and the characteristics of biomolecules, formulating scientifically supported hypotheses, establishing connections between concepts, definitions, evidence and applications. We must consider that Biochemical “imperception”, as well as Botany “imperception”, is a reality in basic education, as it is knowledge structured on a micro and submicroscopic basis, and students have a great challenge in perceiving the processes through identification of evidence. As we cannot so easily reach the micro and submicro universe, the establishment of a relationship between the macro and these two dimensions is a key point to understand Biochemistry.

Keywords: Investigative approach, Biochemistry, Plant secondary metabolism, Biomolecules, Evidence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 – Estrutura química de taninos hidrolisáveis.	23
Figura 2 - Ácido glicirricínico, uma saponina triterpênica.	24
Figura 3 - Estrutura química de derivados terpênicos presentes nos óleos essenciais. Mentol (1), fenchona (2) e citrionelol (3).	25
Figura 4 - Fotomicrografias das estruturas secretoras foliares de <i>Croton sacaquinha</i> e dos morfotipos folha comum e folha vermelha de <i>C. cajucara</i> (Euphorbiaceae), evidenciando resultado histoquímico positivo para lipídeos.	26
Figura 5 - Estrutura química do triptofano, à esquerda, do qual deriva o núcleo quinólico dos alcaloides quinólicos, por exemplo, a quinina, à direita.	27
Figura 6 - Imagem da localização da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado no Bairro Conjunto Califórnia I, em Belo Horizonte.	30
Figura 7 - Fotos de alguns espaços externos da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado... 31	
Figura 8 - Exemplo de manchete de notícia apresentada aos alunos.	35
Figura 9 - Evidências sobre as biomoléculas apresentadas aos alunos.	37
Figura 10 - Resultado esperado do teste do detergente. Tubos 1, 2 e 3 respectivamente.....	40
Figura 11 - Resultado esperado do teste de espuma. Formação de espuma persistente.....	41
Figura 12 - Demonstração da presença de parte insolúvel na mistura de água e óleo essencial.....	42
Figura 13 - Demonstração da fluorescência da água tônica (béquer da esquerda) em comparação com água (béquer da direita), com a utilização de lâmpada de luz negra.	44
Figura 14 - Nuvem de palavras representando a frequência de citação dos substantivos e adjetivos referentes à justificativa para a questão “Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa?”.	48
Figura 15 - Representação da sistematização de argumentos baseados na articulação de evidências e observações que sustentam as explicações e possibilitam soluções com embasamento científico.	54
Figura 16 - Teste de fluorescência do alcaloide quinólico (quinina) utilizando-se o pó da quina em três solventes diferentes e a luz negra para a visualização do extrato de etanol (álcool) 70%, acetona comercial e água.	55
Figura 17 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 1.	57

Figura 18 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 2.	58
Figura 19 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 3.	59
Figura 20 - Experimento para evidenciação de saponinas. Observação de formação da espuma persistente e característica detergente das saponinas.	60
Figura 21 - Experimento para evidenciação de óleos essenciais. Observação das características organolépticas da Hortelã e montagem do teste para extração do óleo essencial.....	60
Figura 22 - Experimento para evidenciação de alcaloides. Observação da fluorescência da quinina, presente na água tônica.	61
Figura 23 - Etapas da aplicação do diagnóstico final adaptado - montagem do mapa conceitual.....	74
Figura 24 - Prints da página @clubedeciencias.sapiens no Instagram.	77
Figura 25 - Apresentação de pôster na II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza com a bolsista de ICJr.	78

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Plantas medicinais conhecidas citadas pelos alunos (número de participantes - 11 alunos).	47
Gráfico 2 - Resposta dos alunos à pergunta do diagnóstico inicial - “Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)? (número de participantes - 11 alunos).	49
Gráfico 3 - Resposta dos alunos à pergunta do diagnóstico final - “Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)? (número de participantes - 11 alunos).	68

QUADROS

Quadro 1 - Descrição das atividades e objetivos de cada aula da sequência didática investigativa aplicada.	33
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas dos alunos referente à questão 1 do diagnóstico inicial (número de participantes - 11 alunos).	45
Tabela 2 - Respostas dos alunos referente à questão 1 do diagnóstico final (número de participantes - 11 alunos).	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 A Biologia e a abordagem investigativa de ensino	17
1.2 A pesquisa qualitativa em ensino	18
1.3 O ensino de Botânica e Bioquímica	19
1.4 Metabolismo das plantas	21
1.5 Metabólitos secundários	22
1.5.1 Taninos	23
1.5.2 Saponinas	24
1.5.3 Óleos Essenciais	25
1.5.4 Alcaloides	27
2 OBJETIVOS	28
2.1 Objetivo geral	28
2.2 Objetivos específicos	28
3 MATERIAIS E MÉTODO	29
3.1 Escola e público alvo	29
3.2 Alinhamento com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	32
3.3 Aspectos éticos	33
3.4 Proposta de Sequência Didática Investigativa	33
3.4.1 Descrição da sequência didática	34
3.5 Experimentos propostos para a aula prática investigativa	38
3.5.1 Experimento para evidenciação de saponinas	38
3.5.2 Experimento para evidenciação de óleos essenciais	41
3.5.3 Experimento para evidenciação de alcaloides	43
3.6 Análise dos dados e resultados	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Análise da aula 1: diagnóstico inicial	45
4.1.1 Análise da questão 1: afirmativas com alternativas de sim ou não	45
4.1.2 Análise da questão 2: <i>Você já ouviu falar de plantas medicinais? Se sim, o que torna as plantas medicinais diferentes das outras plantas?</i>	46
4.1.3 Análise da questão 3: <i>Você conhece alguma planta medicinal? Se sim, qual (is)?</i>	47
4.1.4 Análise da questão 4: <i>Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique</i>	48

4.1.5	Análise da questão 5: <i>Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?</i>	49
4.2	Análise da aula 2: Apresentação do tema e pergunta norteadora “Se é natural não faz mal?”	50
4.3	Análise da aula 3: “Quem vê planta, não vê ação”	52
4.4	Análise da aula 4: “Se é natural não faz mal?: percepção das evidências”	55
4.5	Análise da aula 5: “Que substância é essa? Conclusões a partir de evidências e formulação de hipóteses”	62
4.6	Análise da aula 6: diagnóstico final	65
4.6.1	Análise da questão 1: afirmativas com alternativas de sim ou não	65
4.6.2	Análise da questão 2: <i>Por que cada planta medicinal tem um uso específico</i>	65
4.6.3	Análise da questão 3: <i>Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?</i>	66
4.6.4	Análise da questão 4: <i>Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique</i>	67
4.6.5	Análise da questão 5: <i>Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?</i>	68
4.7	Análise geral	69
4.8	Aprimoramento	72
4.9	Produtos	75
4.9.1	SDI, Manual de Atividades Experimentais e Mapa Conceitual	75
4.9.2	Participação em eventos e Clube de Ciências Sapiens	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A - Diagnóstico Inicial	87
	APÊNDICE B - Diagnóstico Final	88
	APÊNDICE C - Sequência Didática Investigativa (SDI)	89
	APÊNDICE D – Manual de Atividades Experimentais	108
	APÊNDICE E – Mapa Conceitual	134
	APÊNDICE F - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)	150
	APÊNDICE G - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	154
	ANEXO A - Parecer consubstanciado do CEP	159
	ANEXO B - Certificado de menção honrosa ao pôster apresentado no 1º Curso de Verão em Bioquímica e Imunologia da UFMG	166



"A ciência está em todo lugar." (Didier Queloz)

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Biologia e a abordagem investigativa de ensino

A Biologia pode ser uma disciplina adorada ou temida pelos estudantes do ensino básico, dependendo da forma como seus conceitos e processos são abordados e trabalhados em sala de aula ou fora dela. Estabelecer conexões entre os temas trabalhados e o cotidiano dos alunos, promovendo debates e explorando a experiência dos discentes, gera interesse e motivação para o processo de aprendizagem. Nesse sentido, a Biologia é privilegiada, oferecendo muitas oportunidades para uma abordagem mais próxima à vivência de cada um (Scarpa, 2018).

Articular o conhecimento científico e o exercício da cidadania para a formação de cidadãos participativos, traduzindo-se em alfabetização científica, é função importante do professor de Biologia, promovendo a reflexão sobre as informações científicas recebidas por diferentes meios de comunicação. Além disso, esse processo permite que o aluno tenha condições de analisar criticamente essas informações, formando opinião com capacidade de argumentação. Para isso, é necessário que os professores de Biologia abandonem as abordagens instrucionais e puramente conceituais da Ciência, criando estratégias que possibilitem a participação do aluno e sua posição de protagonista na compreensão do processo científico (Carvalho, 2011).

A abordagem investigativa de ensino permite o engajamento dos estudantes em atividades relacionadas aos domínios conceitual, epistêmico e social, envolvidos na construção da aprendizagem significativa. Deve promover a articulação entre os três domínios, desenvolvendo a autonomia do discente por meio da “agência epistêmica” – protagonismo envolvido no ensino por investigação (Franco, 2021).

O que torna a abordagem investigativa de ensino eficaz no processo de ensino e aprendizagem é o fato de envolver os estudantes em atividades como a elaboração de hipóteses, formulação de explicações, reflexão baseada em observação e dados, planejamento de experimentos, construção e análise de evidências; num processo de reavaliação constante de cada prática anterior a partir do surgimento de novas evidências e dados, e da comunicação e interação com os pares. Assim, segundo Franco & Munford (2020), o conhecimento epistêmico só é realmente apropriado como prática epistêmica quando associado a práticas do domínio social.

1.2 A pesquisa qualitativa em ensino

Toda pesquisa nasce de uma dúvida ou um questionamento que se procura responder, solucionar. Na educação não é diferente. Porém, quando nos referimos à pesquisa educacional, relacionada ao processo de ensino e aprendizagem dos alunos e à relação do professor com diferentes ferramentas e metodologias, o caráter qualitativo ganha destaque pois não há como fazer pesquisa em educação sem considerar o entrelaçamento desse processo com a bagagem cultural, social e pessoal de cada aluno, que é único (Brasil, 2018).

Há quem compare a pesquisa qualitativa com uma grande colcha de retalhos, como Mendes e Miskulin (2017), devido à enorme quantidade de dados descritivos que carregam o cerne da pesquisa qualitativa no campo da educação, pois cada “retalho” está impregnado de emoções, percepções e interpretações únicas, que não podem ser contabilizadas ou transformadas em números, mas que nos dizem muito sobre o processo de construção do conhecimento para que este seja, de fato, significativo.

Uma das características da pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994) é que, para os pesquisadores dessa linha de pesquisa, o processo é mais importante que os resultados e o produto, atribuindo ao significado uma atenção singular para a análise dos dados de forma mais indutiva.

Assim, como unir os retalhos dessa grande colcha que é a pesquisa qualitativa? Quais parâmetros utilizar? O conceito de “Comunidades de Prática”, de Wenger (1998), considera que as comunidades se desenvolvem em torno dos interesses das pessoas envolvidas. Os indivíduos que formam a comunidade de prática são movidos por necessidades ou propósitos comuns ao grupo, trabalhando juntos para solucionar problemas, envolvendo mais do que simplesmente técnica ou habilidades individuais, mas a capacidade de trabalharem juntos, compartilhando ideias e experiências. Essa Comunidade de Prática deve ser consolidada ao longo da trajetória escolar dos alunos (Mega, 2020).

A coleta dos dados para a pesquisa qualitativa também é importante. Deve ser descritiva e capaz de captar o universo dos alunos - suas emoções, impressões e percepções (Mendes e Miskulin, 2017). Os instrumentos para a coleta dos dados podem ser registros escritos, orais, entrevistas, relatórios, diários de campo, vídeos, entre outros. As mensagens transmitidas ao longo do processo de ensino e aprendizagem devem ser percebidas pelo pesquisador, pois nem sempre são verbais (oral ou escrita), podendo ser também gestual, silenciosa, atitudinal e comportamental (Franco, 2008). Cabe ao pesquisador registrar e documentar, mantendo sempre uma “vigilância crítica” (Bardin, 2011).

Após a definição da teoria e os instrumentos de coleta de dados, é necessário definir a metodologia para análise e interpretação dos dados. A Análise de Conteúdo de Bardin (1977) visa a realização da análise dos dados a partir da definição de indicadores que permitam inferir se o conhecimento foi ou não consolidado. A Prática do Letramento de Gee (2001) enfatiza que os discursos são indissociáveis dos valores, cultura, relacionamentos e pontos de vista, que dão pistas sobre o sujeito e de como ele se insere em práticas comunicativas com o mundo onde vive, seu “nicho social”, e o valor que determinada informação tem para ele.

Por meio dos discursos, as pessoas se conectam e compartilham identidades que criam padrões que dão significado à comunicação. Santaella (2012), em seu livro “Leitura de Imagens”, faz uma reflexão interessante sobre a relação pragmática entre a linguagem textual e a linguagem imagética, quando ela considera que a interpretação feita pelo sujeito é integral, ou seja, considera o todo na construção da mensagem que é interpretada e compreendida.

Chega-se então a uma nova definição do que é “ser leitor”, pois para que haja a compreensão do que é comunicado, o sujeito deve “ler” a mensagem transmitida. Deve-se ampliar o sentido da leitura para além da visão e considerar todos os tipos de linguagens, como visual, gestual, gráfica, simbólica e digital (Campregher, 2017).

1.3 O ensino de Botânica e Bioquímica

O ensino de Botânica, assim como todas as demais áreas da Biologia, deve ter como objetivo a formação de cidadãos reflexivos e críticos, capazes de analisar situações reais e tomar decisões de forma consciente para transformar a realidade a sua volta. Os conhecimentos científicos devem ajudar o estudante (cidadão) a fazer escolhas, se engajar e estar preparado para o mundo em todas as suas dimensões: ambiental, filosófica, cultural, histórica, médica, ética e estética (Ursi, 2018).

A Botânica envolve conceitos e processos essenciais para o entendimento de outras áreas da Biologia e possui relação intrínseca com o cotidiano dos alunos. Porém, acaba sendo subjugada quando comparada a outras áreas que despertam mais interesse dos alunos e dos próprios professores de Biologia. Isso pode ser atestado a partir do extenso currículo da disciplina conjuntamente ao pequeno número de aulas ministradas no ensino médio. O ensino de Botânica, que tem um amplo potencial para a integração de diversas áreas da Biologia, é abordado de forma superficial e os alunos são privados de reflexões e relações importantes para o processo de aprendizagem.

Por sua vez, a Bioquímica, área interdisciplinar da Ciência que tem como base conceitual e teórica a Biologia, a Química e a Física, é fundamental para o entendimento dos processos químicos envolvidos nos organismos vivos e exige alto grau de abstração para a compreensão da estrutura e dos papéis das biomoléculas no metabolismo celular. É importante ressaltar ainda que a Bioquímica integra eixos estruturantes da Biologia, como a Biologia Celular, Microbiologia, Genética, Imunologia e Fisiologia, possibilitando a compreensão integral e contextualizada dos processos metabólicos (Alcântara, 2015).

No Ensino Médio, a abordagem da Bioquímica é bastante superficial, o que resulta na formação de alunos sem conhecimentos básicos para ingressarem no ensino superior, além de serem incapazes de estabelecer conexões entre processos biológicos importantes (habilidades epistêmicas) (Solner; Fernandes; Fantinel, 2021).

Por meio do estudo da biossíntese de biomoléculas, é possível integrar a Botânica e a Bioquímica de forma contextualizada ao cotidiano dos alunos.

A relevância da bioquímica para a sociedade nunca foi tão grande; o impacto da biotecnologia e os avanços na medicina, agricultura, ciências do meio ambiente, ciências forenses e muitos outros campos apresentam profundas implicações para o futuro da humanidade. (Gomes e Rangel, 2006).

O fato do ensino da Bioquímica envolver processos das esferas micro e submicroscópica, considerar o método intuitivo e a percepção sensorial pode proporcionar uma aprendizagem mais efetiva e cheia de significados que colaborarão para a construção do entendimento e a compreensão do conhecimento envolvido de forma significativa.

Em seu artigo sobre o método intuitivo e a percepção sensorial, Zanatta (2005) destaca Pestalozzi (apud Manacorda 1989, p. 264)

O vivo estímulo da curiosidade provoca tentativas que, se têm êxito positivo ou são encorajadas por outros, levam ao hábito de pensar. Deve-se agir sobre a mente das crianças com elementos tirados da realidade e não com regras abstratas, e se deve ensinar mais com a ajuda de objetos do que de palavras.

A base do método intuitivo é a “lição de coisas” que consiste em oferecer experiências pautadas em dados sensíveis à observação, possibilitando uma trajetória na construção do entendimento e formação do conhecimento que vai do concreto experienciado ao racional que leva aos conceitos abstratos, essenciais para a aprendizagem dos processos bioquímicos (Zanatta, 2005).

Quando estamos em contato com o mundo, nossos sentidos informam constantemente ao cérebro tudo o que está acontecendo (Infante-Malachias, 2013). As interações com o meio em que vive geram atividades de circuitos neurais ativados pelos estímulos recebidos, que geram a aprendizagem (Amaral e Guerra, 2022).

Sons, imagens, cheiros, sabores, vibrações, calor, frio, sensações táteis e dolorosas, produzidas pelos diversos elementos físicos e químicos do ambiente, pela natureza, pela cultura e pelas relações sociais, são estímulos que ativam neurônios no cérebro. [...] Assim, os diversos estímulos, incluindo as relações sociais, ativam circuitos neurais, cuja atividade integrada gera as representações mentais das interações que temos ao longo da vida. Temos representações mentais para todo objeto, pessoa ou situação que vivenciamos. Por exemplo, ao recebermos os estímulos visuais fornecidos pela imagem de uma palavra e relacionarmos a palavra a um significado, o conjunto de neurônios, ativado pela imagem e pelo significado da palavra, vai constituir a representação mental daquela palavra. Se o significado da palavra despertar uma emoção, os neurônios que processam essa emoção também integrarão a representação mental daquela palavra (Amaral e Guerra, 2022).

As sensações geradas a partir da interação com o mundo exterior criam percepções que geram concepções que ficam retidas na memória e podem ser a base para o desenvolvimento do discernimento capaz de formar uma linha tênue entre o que foi percebido pela experimentação e a compreensão do conhecimento envolvido (Auras, 2003).

1.4 Metabolismo das plantas

As plantas são organismos essenciais para a manutenção dos ecossistemas e o equilíbrio do planeta. Constituem a base da cadeia alimentar, fazendo parte da dieta dos seres humanos desde o seu surgimento. Além disso, seus processos metabólicos contribuem de forma significativa, e podemos dizer que até mesmo condicional, para o surgimento de diversas outras formas de vida no nosso planeta. A fotossíntese, processo fundamental do metabolismo energético anabólico, é a base para mudanças importantes ocorridas no planeta, para que ele adquirisse as condições que conhecemos hoje, essenciais à manutenção da própria vida (Santos, 2012).

A incapacidade de locomoção das plantas foi um fator decisivo no seu desenvolvimento e evolução, uma vez que essa condição favoreceu o surgimento de mecanismos metabólicos que possibilitaram o desenvolvimento flexível sem o comprometimento das células e processos fisiológicos primários. Estes processos, por sua vez, sofreram influência dos fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo e têm grande importância na interação com os seres vivos (Borges, 2020).

Por meio do metabolismo primário e secundário, as plantas produzem grande diversidade de produtos químicos. Os metabólitos primários são aqueles que todas as plantas produzem e fazem parte dos seus processos básicos de crescimento e desenvolvimento, como polissacarídeos, proteínas e ácidos graxos. Os metabólitos secundários (ou especializados), ao contrário dos primários, são altamente específicos e têm importante papel na adaptação das plantas aos diferentes ambientes, aumentando as chances de sobrevivência das plantas. Essas substâncias são um fator evolutivo fundamental não somente para as plantas, como também para todos os demais seres que dependem delas (Fumagali, 2008). Segundo Gobbo-Neto (2007), os metabólitos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente circundante, sendo sua síntese constantemente afetada pelas condições ambientais.

As plantas precisam se defender, seja de predadores, de insetos, fungos ou até mesmo de outras plantas. Essa defesa, na maioria das vezes, é de natureza química e envolve as substâncias produzidas por meio do seu metabolismo secundário, subsequentemente armazenadas em suas folhas, caules, raízes, flores, frutos ou sementes (Coutinho, 2013).

O ser humano, ao longo da história, foi capaz de perceber o potencial de utilização dessas substâncias fitoquímicas, principalmente no tratamento de condições patológicas; e isso pode ser evidenciado por meio dos registros feitos pelos naturalistas europeus que, quando chegavam em uma “nova terra”, observavam o uso das plantas nativas pelos povos originários. Historicamente, esse é um marco importante para o desenvolvimento da ciência e do método científico, que parte do conhecimento empírico, mais especificamente a etnobotânica neste caso, em direção à comprovação científica a partir dos saberes tradicionais. Ampliar esses horizontes e contextualizar esse conhecimento no ensino da ciência faz parte da construção de um pensamento investigativo lógico, crítico e consciente (Brandão et al, 2008).

Assim, a utilização de conceitos de Bioquímica associados ao conhecimento a respeito do metabolismo das plantas surge como uma interface instigante que possibilita o desenvolvimento de atividades de ensino estimulantes e relacionadas ao cotidiano dos estudantes.

1.5 Metabólitos secundários

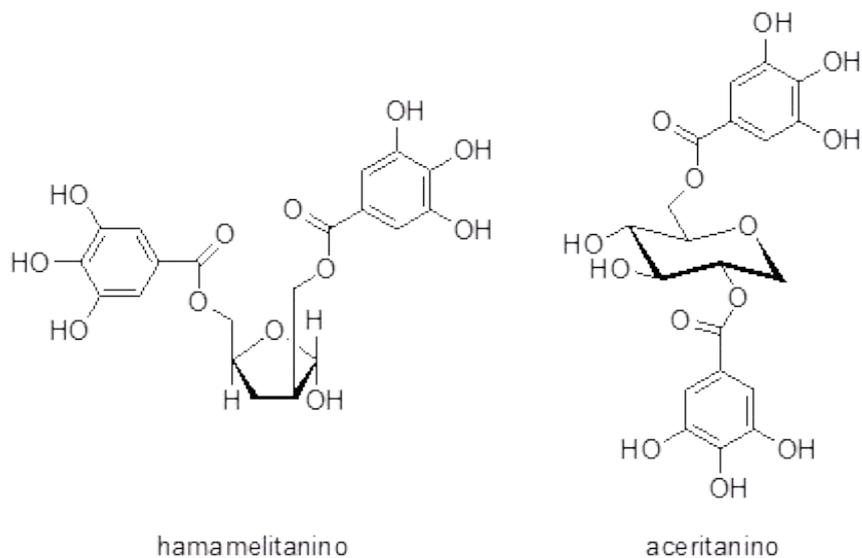
Os metabólitos secundários, geralmente, têm sua biossíntese a partir de metabólitos primários, e pertencem a uma das três principais classes de moléculas: terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas. Essas biomoléculas estão relacionadas, na maioria das vezes, à proteção das plantas contra estresses bióticos e abióticos.

1.5.1 Taninos

Os taninos são substâncias fenólicas de grande interesse econômico e ecológico. Formam complexos insolúveis em água com proteínas e alcaloides e, por isso, têm característica adstringente – cotidianamente, identificados a partir da sensação provocada pela precipitação de glicoproteínas salivares, reduzindo drasticamente o poder lubrificante da saliva. Sua importância ecológica está associada a essas reações bioquímicas, quando relacionamos a presença de tais substâncias à diminuição da taxa de predação e, conseqüentemente, ao afastamento de predadores naturais por tornarem o vegetal pouco palatável. Inserindo aspectos farmacológicos complementares a esses fatos, pesquisas têm demonstrado a atividade biológica dos taninos frente a microrganismos específicos (Monteiro, 2005).

As substâncias fenólicas geralmente são encontradas sob a forma de ésteres ou de heterosídeos (figura 1), sendo solúveis em água e solventes orgânicos polares. Isso facilita a extração do tanino no ambiente escolar por meio do método de decocção das partes vegetais (quando frescas) ou droga vegetal (após passar por processo de coleta, estabilização e secagem) (Brasil, 2011) da planta escolhida para a análise. Além disso, as substâncias fenólicas, como é o caso dos taninos, formam ligações de hidrogênio intra e intermoleculares, sendo esse efeito facilmente evidenciado por meio do teste de precipitação de proteínas, uma prática simples e acessível para a utilização em laboratórios escolares (Mello e Santos, 2001).

Figura 1 - Estrutura química de taninos hidrolisáveis.



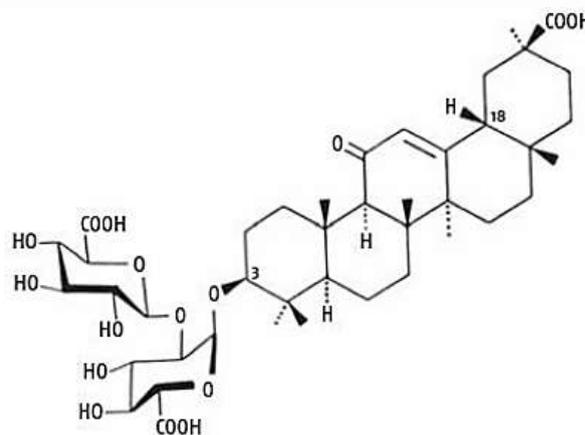
1.5.2 Saponinas

As saponinas são glicosídeos de esteroides ou de terpenos policíclicos. As saponinas esteroidais são encontradas em algumas famílias de monocotiledôneas, enquanto as saponinas triterpênicas são encontradas predominantemente em eudicotiledôneas, sendo este tipo detectado em algumas leguminosas como feijões e soja, e outras plantas, como o ginseng (Castejon, 2011).

A estrutura química das saponinas (figura 2) evidencia o caráter anfifílico dessas substâncias, ou seja, parte é lipofílica, chamada aglicona ou sapogenina (triterpeno ou esteroide), e outra é hidrofílica (açúcar), justificando suas propriedades detergentes e emulsificantes. Por isso, as saponinas formam uma espuma persistente e abundante quando em solução aquosa (Brandão, 2011). Essa característica química possibilita a realização de teste de evidência de saponinas de forma rápida, simples e clara no ambiente escolar.

Biologicamente, para as plantas, as saponinas são consideradas parte do sistema de defesa das espécies que as produzem como metabólito secundário, ou seja, são substâncias com função fitoprotetora, uma vez que são encontradas em tecidos mais vulneráveis ao ataque de fungos, bactérias e insetos herbívoros. Por conta de suas propriedades detergentes, atuam em membranas celulares de invasores, sendo capazes de alterar a permeabilidade ou até mesmo destruí-las (Castejon, 2011).

Figura 2 - Ácido glicirricínico, uma saponina triterpênica.

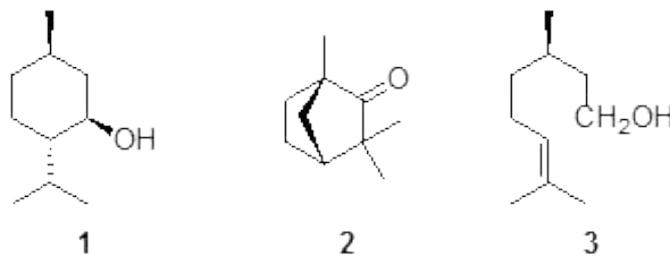


Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf. Acesso em: 25 de abril de 2023.

1.5.3 Óleos Essenciais

Os óleos essenciais, comuns em plantas aromáticas, são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas, quimicamente derivadas de terpenoides, na maioria das vezes. São exemplos de derivados terpênicos: mentol (1), fenchona (2) e citrionelol (3) (figura 3).

Figura 3 - Estrutura química de derivados terpênicos presentes nos óleos essenciais. Mentol (1), fenchona (2) e citrionelol (3).

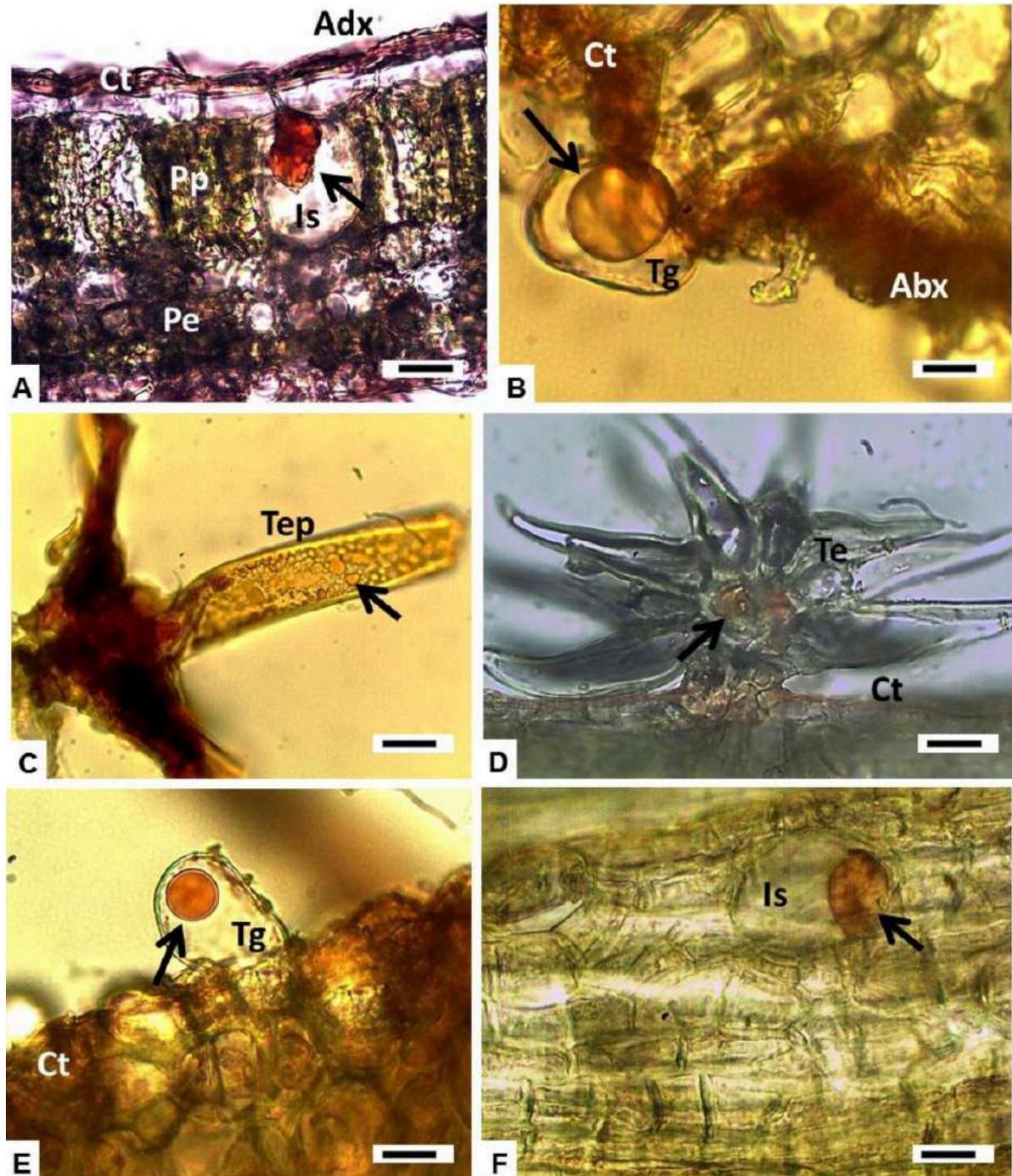


Disponível em: http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/drogas_aromaticas.html. Acesso em: 25 abr. 2023.

Os terpenos apresentam ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante, entre outras, principalmente por agirem interrompendo etapas de síntese fundamentais de metabólitos presentes nos organismos. Isso confere aos óleos essenciais o potencial como agentes biológicos naturais, no combate a diversas doenças causadas por microrganismos, patogênicos e fitopatogênicos (Silva, 2017). Os óleos essenciais são sintetizados em estruturas especializadas das plantas (tricomas glandulares, células modificadas do parênquima, idioblastos secretores) (figura 4).

Os óleos essenciais são imiscíveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como o etanol (Brandão, 2011). Isso torna a extração do óleo essencial simples e segura para o ambiente escolar, possibilitando a realização de experimentos capazes de evidenciar sua presença nas plantas facilmente quando o extrato contendo o óleo é misturado à água, conseqüentemente formando um sistema heterogêneo.

Figura 4 - Fotomicrografias das estruturas secretoras foliares de *Croton sacaquinha*. **Abx**: superfície abaxial; **Adx**: superfície adaxial; **Ct**: Cutícula; **Is**: Idioblasto secretor; **Pp**: Parênquima paliádico; **Pe**: Parênquima esponjoso; **Te**: Tricoma estrelado; **Tep**: Tricoma estrelado “porrecto”; **Tg**: Tricoma glandular. **Setas**: secreção lipofílica. **Barra de escala**: 20 µm.

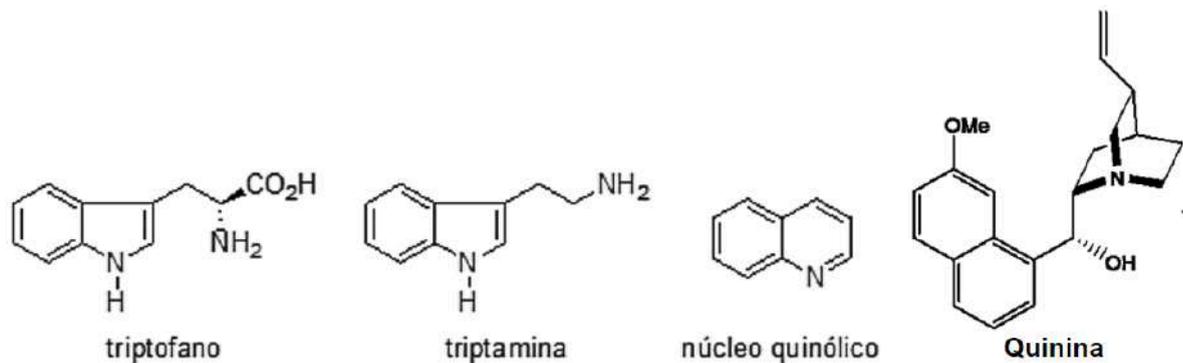


Fonte: Carrera, 2016.

1.5.4 Alcaloides

Os alcaloides formam um grupo de substâncias nitrogenadas, conseqüentemente de caráter básico, que são encontrados nas plantas combinadas a ácidos orgânicos, predominantemente. Nessa forma, são insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos como éter, clorofórmio e benzeno. Na forma de sais, a solubilidade é maior em solventes polares, como a água (Brandão, 2011). Os alcaloides quinólicos são derivados do triptofano e dentre eles destaca-se a quinina, metabólito secundário produzido pela quina (*Cinchona calisaya*), planta sul-americana (figura 5).

Figura 5 - Estrutura química do triptofano, à esquerda, do qual deriva o núcleo quinólico dos alcaloides quinólicos, por exemplo, a quinina, à direita.



Disponível em: http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/drogas_com_alcaloides_quinolicos.html. Acesso em: 25 abr. 2023.

Biologicamente, a quinina possui propriedades antipiréticas, antimaláricas e analgésicas. A substância extraída da casca da quina permitiu, desde meados do século XIX, o desenvolvimento de uma terapia eficaz no tratamento da malária. Essa ação antimalárica da quinina merece abordagens tanto do ponto de vista biológico como histórico e geográfico, uma vez que o devido reconhecimento pela sua importância no contexto da saúde latino-americana deve ser ressaltado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Favorecer a percepção da Bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada por meio de uma sequência didática investigativa, sua aplicação e análise, permitindo a aproximação do conhecimento científico do cotidiano dos estudantes do ensino médio.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma sequência didática investigativa que seja facilitadora da aprendizagem sobre a bioquímica aplicada ao metabolismo secundário das plantas, que leve à discussão sobre o metabolismo vegetal e a biossíntese das biomoléculas, e identificação das classes das principais biomoléculas e sua função para a planta.
- Proporcionar situações de aprendizagem nas quais os estudantes se engajem em investigações sobre os metabólitos secundários das plantas.
- Incentivar práticas investigativas em Bioquímica para percepção de evidências por meio da experimentação.
- Utilizar estratégias metodológicas investigativas para a experimentação que promovam argumentação e alfabetização científica vinculada à problematização.
- Estimular os estudantes para que observem, colham, analisem, confrontem e expressem dados da sua experimentação, produzindo conhecimento científico.
- Avaliar e analisar a aplicação da sequência didática investigativa desenvolvida para possíveis aprimoramentos.
- Desenvolver ferramentas que possam contribuir com a prática docente.

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento da sequência didática investigativa (SDI), levou-se em consideração o fato de que uma boa sequência investigativa deve oportunizar o exercício da observação crítica, oferecer instrumentos para que os alunos tenham autonomia suficiente para a reflexão e elaboração de hipóteses individualmente ou em grupos de discussão, proporcionar a construção e registro de dados a partir de atividades práticas (laboratoriais ou não) e preparar o aluno para discutir e elaborar suas próprias conclusões (Trivelato, 2015).

Na sequência didática desenvolvida, os conceitos relacionados à bioquímica do metabolismo secundário das plantas foram aplicados para a análise e interpretação das evidências, formulação das hipóteses e avaliação dos dados obtidos pela experimentação.

3.1 Escola e público alvo

Esta proposta didática de ensino por investigação foi realizada com estudantes da segunda série do ensino médio tempo integral profissionalizante - técnico em química, da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, em Belo Horizonte, Minas Gerais, composta por 11 alunos. A Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, situada na avenida das Castanholas nº 80, no Conjunto Califórnia I, em Belo Horizonte, Minas Gerais (figura 6).

Foi criada em março de 1955 pelo então Governador do estado, Juscelino Kubitschek de Oliveira, e sua denominação foi dada em homenagem ao Vice-Governador do Estado “Professor Clóvis Salgado”. Na época, funcionava em outro local da “região do Califórnia” e passou a funcionar na atual localidade em 1979, quando a região foi dividida pela BR-040, concluída em 1969.

A Escola Estadual Professor Clóvis Salgado atende, principalmente, os moradores da Vila Califórnia, apesar de atender uma minoria de moradores dos conjuntos e do bairro. Atende nos três turnos e em todas as modalidades de ensino, inclusive turmas integrais (ensino fundamental anos iniciais e finais) e Novo Ensino Médio Tempo Integral (EMTI) Profissionalizante - Técnico em Química.

Figura 6 - Imagem da localização da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado no Bairro Conjunto Califórnia I, em Belo Horizonte.



Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-19.9221559,-44.0087068,759m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>.

Acesso em: 11 fev. 2024.

A escola possui uma estrutura muito boa, com espaços amplos, principalmente externos e verdes (figura 7). Possui um laboratório de ciências equipado com algumas vidrarias e poucos reagentes; uma biblioteca equipada com multimídia, que fica à disposição dos professores; um auditório; uma cantina ampla; uma sala de apoio; uma quadra poliesportiva coberta e uma quadra descoberta; uma horta, onde se encontra a composteira e alguns canteiros com poucas plantas medicinais e algumas verduras, utilizadas para complementar a merenda escolar; uma sala de audiovisual e um laboratório de informática.

De acordo com o Plano Político Pedagógico (PPP), a escola apresenta uma filosofia que se utiliza de uma metodologia cooperativa, participativa e dialógica, que contribui para a conscientização e construção da autonomia moral e intelectual de todos os envolvidos no processo educativo, buscando humanização e mudança social. Neste âmbito, deseja-se o desenvolvimento de uma educação de qualidade que considere como pressuposto básico a humanização dos participantes do processo, sejam eles estudantes, professores ou equipe pedagógica; cumprindo com sua função social de formar cidadãos para viver em uma sociedade onde os valores da igualdade, liberdade, solidariedade, equidade e tolerância sejam imprescindíveis.

Figura 7 - Fotos de alguns espaços externos da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado.



Os alunos da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, em sua maioria, vêm de uma realidade dura, convivendo diariamente com a violência e a falta de valores importantes para a formação humana e cidadã. A escola é mais do que um ambiente de aprendizado, é um ambiente de convivência onde os alunos sentem-se livres para serem quem eles são, refletindo, algumas vezes, sua realidade. A função da escola passa pela formação humana básica, ensinando valores que são essenciais para uma boa convivência, como respeito, autocuidado, moral, solidariedade e honestidade. Além disso, a escola busca levar o mundo aos seus alunos, apresentando-os alternativas à realidade que vivem e criando um caminho de esperança para cada um. Os professores têm liberdade para desenvolver projetos que integram o conhecimento às oportunidades de transformação, apresentando os conteúdos de forma contextualizada e prática, dando aos alunos a oportunidade de serem protagonistas no seu processo de aprendizagem. Apesar disso, ainda existem muitos problemas e desafios a serem superados, sempre com a esperança de um mundo melhor.

3.2 Alinhamento com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A sequência didática apresentada está alinhada com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), desenvolvendo as seguintes competências e habilidades:

- **Competência Específica 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

- **Competência Específica 3**

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

3.3 Aspectos éticos

O projeto seguiu todas as legislações vigentes e, durante o desenvolvimento comportamental, todas as etapas seguiram os aspectos éticos. Ele foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e aprovado, em 16 de julho de 2023 (anexo 1), conforme o Certificado de Apreciação Ética (CAAE) 70146323.0.0000.5149 e parecer, sob o número 6.184.583.

Os participantes maiores de 18 anos e os responsáveis legais dos participantes menores de 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (apêndice 7), sendo devidamente informados sobre o desenvolvimento e as publicações da pesquisa. Aqueles participantes menores de 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (apêndice 6). Esse procedimento resguarda a voluntariedade no processo de desenvolvimento da pesquisa conforme as resoluções vigentes, Resolução CNS 466/12 e CNS 510/16 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa.

A pesquisa não prejudicou o desenvolvimento da educação básica e o participante que se desligou do projeto não sofreu nenhuma perda. As informações estão resguardadas, sendo que as informações do pesquisador estão disponíveis nos termos assinados, conforme estabelecido pelo CEP da UFMG.

3.4 Proposta de Sequência Didática Investigativa

A sequência didática investigativa desenvolvida foi formada por seis aulas organizadas conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Descrição das atividades e objetivos de cada aula da sequência didática investigativa aplicada.

AULA	ATIVIDADE	OBJETIVO	P/A
1	Diagnóstico inicial	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos	P e A
2	“Se é natural, não faz mal?”: abordagem etnobotânica e análise de manchetes de notícias	Contextualização do tema e apresentação da pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?”. As manchetes de notícias retiradas de sites de acesso comum devem instigar os alunos a pensarem a nível micro e submicroscópico, em diferentes substâncias produzidas pelas plantas	P e A

3	“Quem vê planta, não vê ação”: atividades metabólicas das plantas	Percepção das plantas como seres vivos ativos e com intensa ação metabólica por meio de vídeos e animações. Levantamento de hipóteses para a pergunta norteadora “As plantas são seres vivos ativos metabolicamente?”	A
4	“Se é natural, não faz mal?”: percepção das evidências	Formulação de hipóteses a partir das experimentações (os experimentos elucidam evidências que são registradas pelos alunos e analisadas para a formulação de hipóteses sobre os metabólitos secundários produzidas pelas plantas)	A
5	“Que substância é essa?”: conclusões a partir de evidências e formulação de hipóteses	Os alunos cruzam informações, ou seja, analisam os dados e evidências experimentais e teóricos para identificação das substâncias e suas ações, estabelecendo conexões	P e A
6	Diagnóstico final	Verificar os conhecimentos após as aulas da sequência didática investigativa	P e A

P = professor / A = aluno.

3.4.1 Descrição da sequência didática

1ª aula: Aplicação do diagnóstico inicial.

- O diagnóstico inicial é um instrumento para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema a ser trabalhado e possíveis incoerências, equívocos e lacunas existentes no processo de formação do conhecimento. Além disso, é primordial para o planejamento das ações subsequentes de forma a estar melhor conectado com o contexto cultural e empírico dos alunos.
- O diagnóstico inicial foi elaborado para que os alunos respondessem individualmente e de forma escrita, sendo composto por questões de múltipla escolha e questões discursivas (apêndice 1).

2ª aula: Apresentação do tema e pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?”

- Para esta aula foi feita uma pesquisa em *websites* de acesso comum, de notícias que abordavam benefícios e prejuízos causados pelo uso das plantas medicinais, tratamento e prevenção de doenças, intoxicação, efeitos adversos e desenvolvimento de medicamentos (figura 8). Foram utilizadas informações coletadas no diagnóstico inicial para acrescentar manchetes de notícias relacionadas às plantas citadas pelos alunos, além de plantas também desconhecidas, mas relevantes ao contexto.

Figura 8 - Exemplo de manchete de notícia apresentada aos alunos.



Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2022/07/21/crianca-esta-internada-na-uti-com-suspeita-de-intoxicacao-apos-comer-planta-comigo-ninguem-pode-no-es.ghtml>. Acesso em: 13 fev. 2024.

- A partir da leitura das manchetes, os alunos discutiram (em duplas/trios) as questões propostas e registraram suas respostas em formulário próprio:
 - O que podemos observar em comum nessas manchetes? Que relação existe entre elas?
 - Por que algumas plantas são usadas para curar enquanto outras podem matar?
 - O que isso tem a ver com o metabolismo da planta?
- Após as duplas/trios discutirem e responderem as questões propostas, as respostas foram recolhidas e discutidas coletivamente.

3ª aula: “Quem vê planta, não vê ação: atividades metabólicas das plantas.”

- Nesta aula, os alunos foram provocados sobre a percepção da intensa atividade metabólica das plantas. O conceito de evidência foi trabalhado por meio da observação de atividades do metabolismo primário das plantas. Foram utilizados vídeos que demonstravam a movimentação dos cloroplastos dentro da célula vegetal e os processos de fotossíntese e respiração celular, inseridos em uma apresentação de *slides*. Os alunos foram provocados sobre a intensa atividade metabólica das plantas, estabelecendo relação com a movimentação dos cloroplastos e identificação das evidências dos processos demonstrados.
- Foi utilizado o vídeo “Você já viu coisas mexendo dentro da célula?” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N0RW8K6m30Q>. Acesso em: 10 maio 2023) do canal “Manual do Mundo”.

- Durante a exposição dos vídeos os alunos foram provocados através de perguntas sobre a questão problema “As plantas são seres vivos ativos metabolicamente?”, que instigaram a percepção das evidências e formulação de hipóteses para a pergunta norteadora da aula:
 - As plantas realizam processos metabólicos o tempo todo?
 - O que foi possível identificar no vídeo/animação?
 - O que estava acontecendo?
 - Que relação existe entre os vídeos/animações e o metabolismo das plantas?
 - Que tipo de metabolismo estava acontecendo?
 - Como você concluiu isso?
 - O que são evidências?
 - Como elas podem nos ajudar a formular uma hipótese?
 - Qual a importância do metabolismo primário para as plantas?
 - Qual a importância do metabolismo secundário para as plantas?

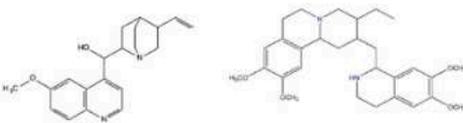
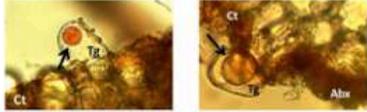
4ª aula: “Se é natural, não faz mal?”: percepção das evidências.

- Nesta aula os alunos foram divididos em grupos para realização de experimentos com plantas que produzem diferentes metabólitos secundários. Os procedimentos para a evidenciação dos metabólitos através da experimentação foram apresentados a cada grupo. Porém, nenhum resultado esperado foi informado.
- Foram feitos experimentos para evidenciação de saponinas, alcaloides e óleos essenciais.
- Após a realização dos procedimentos, os grupos responderam às seguintes perguntas:
 - 1- O que aconteceu ou o que você observou?
 - 2- Quais dados você obteve com este experimento?
 - 3- Quais evidências você observou/obteve neste experimento?
 - 4- Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).
- As respostas foram registradas em um relatório próprio e entregue ao professor, para preparar a apresentação aos alunos de forma comparativa na aula seguinte, juntamente com outras evidências científicas, quando será realizado o compartilhamento das informações e discussão coletiva.

5ª aula: “Que substância é essa?”: conclusões a partir de evidências e formulação de hipóteses.

- A partir de uma apresentação de *slides*, foram mostrados os dados e evidências coletadas em cada experimento e as hipóteses formuladas pelos alunos, para que a turma trocasse ideias e discutisse as hipóteses.
- Após a discussão dos dados e evidências experimentais, foram apresentadas evidências de cada tipo de metabólito experimentado (figura 9), de forma que essas novas evidências possibilitassem aos alunos refutar ou comprovar as hipóteses formuladas por eles.

Figura 9 - Evidências sobre as biomoléculas apresentadas aos alunos.

<h2 style="text-align: center;">ALCALOIDE</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Substâncias de caráter básico, insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos. • Na forma de sal, a solubilidade é maior em solventes polares, como água. • Substância orgânica cíclica, contendo nitrogênio. <div style="text-align: center;">  </div>	<h2 style="text-align: center;">ÓLEO ESSENCIAL</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Substâncias com característica aromática, voláteis e lipofílicas. • São armazenados nas plantas em estruturas especializadas como tricomas glandulares. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • São imiscíveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como etanol. • Ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante.
<h2 style="margin: 0;">SAPONINAS</h2> <ul style="list-style-type: none"> • Substâncias de caráter anfifílico, ou seja, parte é lipofílica, e outra é hidrofílica. <ul style="list-style-type: none"> • Propriedades detergentes e emulsificantes. • Formam espuma persistente e abundante quando em solução aquosa. • Função fitoprotetora: atuam nas membranas celulares de invasores, alterando a permeabilidade ou até mesmo destruindo-as. 	

- Para a conclusão sobre as características de cada tipo de metabólito experimentado, os alunos foram estimulados a relacionar as informações científicas (evidências e dados teóricos) apresentadas com as evidências e dados coletados por meio dos experimentos realizados na aula anterior.

6ª aula: Aplicação do diagnóstico final.

- O diagnóstico final é um instrumento para avaliação da trajetória e verificação dos conhecimentos assimilados pelos alunos após as atividades desenvolvidas durante a sequência didática. É importante para verificar se os possíveis equívocos, incoerências e lacunas foram sanados ou se intervenções adicionais são necessárias.
- O diagnóstico final foi elaborado a partir do diagnóstico inicial. Algumas questões foram mantidas a fim de estabelecer uma comparação e outras questões foram modificadas para verificar a formação de novos conhecimentos, conexões e capacidade de estabelecer relações (apêndice 2).

3.5 Experimentos propostos para a aula prática investigativa

Para a realização da sequência didática, foram propostas três práticas experimentais investigativas. Em cada prática foi feito um experimento por meio do qual os estudantes puderam observar evidências e coletar dados para a formulação das hipóteses sobre as substâncias presentes nas plantas.

Alguns experimentos propostos foram adaptados de materiais produzidos pelo Centro Especializado em Plantas Aromáticas, Medicinais e Tóxicas da UFMG - CEPLAMT-UFMG (Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/>. Acesso em 15 ago. 2022), uma importante referência da área e que se dedica a estudos de recuperação e divulgação de informações históricas e técnico-científicas sobre as plantas, especialmente as plantas medicinais (Brandão, 2011).

3.5.1 Experimento para evidenciação de saponinas

- **Teste do detergente**

Materiais necessários:

- 2 colheres de sopa de raízes secas e trituradas de ginseng;

- 3 mL de óleo de cozinha;
- 3 mL de detergente;
- 200 mL de água filtrada;
- 3 tubos de ensaio;
- Conta-gotas;
- Peneira ou filtro de papel com coador.

Procedimentos:

1. Triture as plantas em fragmentos pequenos.
2. Pegue duas colheres de sopa de raízes secas e trituradas.
3. Adicione 100 mL de água e cozinhe por 5 minutos (decoção). Deixe esfriar e filtre o líquido.
4. Adicione 5 mL de água e 10 gotas de óleo no tubo 1;
5. Adicione 5 mL de água e 10 gotas de óleo e 5 gotas de detergente no tubo 2;
6. Adicione 5 mL do decocto da planta e 10 gotas de óleo no tubo 3.

Resultados esperados:

Espera-se que, no tubo 1, a água e o óleo não se misturem, o que acontecerá no tubo 2, que contém detergente. O mesmo resultado do tubo 2 poderá ser observado com o decocto da planta (tubo 3), que por ser rico em saponinas, promoverá a mistura do óleo com a água. Isso mostrará que as saponinas são substâncias tensoativas e, à semelhança dos sabões e detergentes, são capazes de facilitar a formação de misturas que, normalmente, não acontecem (figura 10).

Figura 10 - Resultado esperado do teste do detergente. Tubos 1, 2 e 3 respectivamente.



Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/saponina/>. Acesso em: 13 fev. 2024.

- **Teste de espuma**

Materiais necessários:

- 2 colheres de sopa de raízes secas e trituradas de ginseng;
- 100 mL de água filtrada;
- 1 tubo de ensaio;
- Peneira ou filtro de papel com coador.

Procedimentos:

1. Triture as plantas em fragmentos pequenos.
2. Pegue duas colheres de sopa de raízes secas e trituradas.
3. Adicione 100 mL de água e cozinhe por 5 minutos (decoção). Deixe esfriar e filtre o líquido.
4. Adicione 5 mL do decocto da planta no tubo de ensaio, tampe a abertura do tubo com o dedo polegar e agite vigorosamente por 30 segundos.
5. Marque o início e o fim da espuma. Deixe em repouso por 10 minutos e volte a observar novamente.

Resultados esperados:

Espera-se que a espuma formada seja persistente, mantendo a mesma altura no tubo de ensaio após o tempo de espera (figura 11).

Figura 11 - Resultado esperado do teste de espuma. Formação de espuma persistente.



3.5.2 Experimento para evidenciação de óleos essenciais

- **Teste de extração**

Materiais necessários:

- Folhas de capim-santo (*Cymbopogon citratus*) ou hortelã (*Mentha spp.*);
- 200 mL de álcool a 70%;
- 5 mL de água filtrada;
- Papel alumínio;
- Frasco de vidro, tubo de ensaio, conta gotas, xícara de chá.

Procedimentos:

1. Adicione $\frac{1}{4}$ de xícara de chá de plantas frescas cortadas em fragmentos no frasco de vidro.
2. Adicione álcool 70% até cobrir as folhas. Cubra o frasco com papel alumínio e deixe em repouso por 24 horas.
3. Retire o líquido com o conta-gotas e coloque em um tubo de ensaio. Deixe a mistura em repouso por uma hora e verifique, após este prazo, a formação de uma parte insolúvel na água, que são os óleos essenciais.

4. Goteje água filtrada no tubo de ensaio até a formação de um anel superior, constituído de óleo essencial.

Resultados esperados:

Espera-se observar que, ao gotejar a água filtrada no tubo de ensaio, o anel que se formará na parte superior do tubo não vai se misturar com o restante da solução aquosa por se tratar de um óleo. Isso mostrará que o óleo essencial foi extraído das plantas e se separou da água (figura 12).

Figura 12 - Demonstração da presença de parte insolúvel na mistura de água e óleo essencial.



Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnb/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/oleos-essenciais/>. Acesso em:

13 fev. 2024.

- **Teste sensorial**

Materiais necessários:

- Folhas de hortelã (*Mentha* spp.);

Procedimentos:

1. Observe a textura, cor e presença de cheiro em uma folha de hortelã.
2. Esfregue a folha com os dedos e observe o que aconteceu com a folha.
3. Observe agora os seus dedos. Verifique se mudou alguma sensação (textura, cheiro, cor, etc.).
4. Depois de 10 minutos, observe novamente os dedos e compare com a observação anterior.

Resultados esperados:

Espera-se observar que as folhas do hortelã possuem características como textura aveludada, coloração verde bandeira e cheiro característico. Ao esfregar a folha, os dedos tendem a ficar com coloração levemente esverdeada, textura oleosa e cheiro de hortelã, que vai saindo à medida que o tempo passa. Isso mostrará que o cheiro está relacionado à uma substância de caráter oleoso, e que a substância é volátil.

3.5.3 Experimento para evidenciação de alcaloides**● Teste de fluorescência****Materiais necessários:**

- uma lata de água tônica;
- uma lata de refrigerante de limão transparente e incolor;
- 200 mL de água filtrada;
- lâmpada de luz negra;
- três tubos de ensaio de 10 mL cada.

Procedimentos:

1. Adicione 5 mL de água filtrada no tubos 1.
2. Adicione 5 mL de água tônica no tubo 2.
3. Adicione 5 mL de refrigerante de limão transparente e incolor no tubo 3.
4. Observe os tubos utilizando a luz ultravioleta.

Resultados esperados:

Espera-se observar que o tubo contendo a água tônica apresentará fluorescência azulada, enquanto os tubos contendo o refrigerante e a água não apresentarão fluorescência. Isso mostrará que uma substância fluorescente está presente, no caso a quinina, um alcaloide fluorescente que é adicionado à bebida na forma de sulfato de quinino, extraído da quina (*Cinchona* sp) (Sales, 2020) (figura 13).

Figura 13 - Demonstração da fluorescência da água tônica (béquer da esquerda) em comparação com água (béquer da direita), com a utilização de lâmpada de luz negra.



3.6 Análise dos dados e resultados

Durante a aplicação da sequência didática, foram coletados dados qualitativos sobre o desenvolvimento dos estudantes durante as atividades propostas. Os dados foram registrados por meio de questionários (verbal escrita), falas e discussão coletiva (verbal oral) e observações (atitudinal e comportamental). Os registros foram feitos pelos próprios alunos (verbal escrito) e pelo professor-pesquisador (verbal oral, atitudinal e comportamental).

Os dados obtidos a partir dos registros realizados foram analisados e avaliados segundo a metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (1977) e de Práticas do Letramento de Gee (2001). A avaliação da sequência didática e sua aplicação teve por objetivo maior verificar suas possíveis falhas e principais potencialidades para a utilização dos dados obtidos na confecção dos produtos finais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da coleta de dados ao longo da aplicação da sequência didática, seguiu-se à análise dos dados documentais.

4.1 Análise da aula 1: diagnóstico inicial

O diagnóstico inicial aplicado foi respondido pelos alunos e foi tabulado, obtendo-se respostas dos alunos conforme apresentado a seguir.

4.1.1 Análise da questão 1: afirmativas com alternativas de sim ou não

A questão 1 do diagnóstico inicial foi composta por seis afirmativas que os alunos deveriam ler e marcar se concordavam (SIM) ou não concordavam (NÃO) com cada afirmativa. As respostas foram tabuladas para análise (tabela 1).

Tabela 1 - Respostas dos alunos referente à questão 1 do diagnóstico inicial (número de participantes: 11 alunos).

AFIRMATIVAS	SIM	NÃO
(A) A glicose é produzida por todas as plantas.	6	5
(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparada aos animais.	7	4
(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias.	0	11
(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia).	7	4
(E) As plantas possuem dois tipos de metabolismo: primário e secundário.	10	1
(F) As plantas realizam processos bioquímicos complexos.	9	2

Foi possível perceber que os alunos possuem conhecimentos prévios satisfatórios sobre a existência de dois tipos de metabolismo nas plantas (C e E), e que elas realizam processos bioquímicos complexos (F). É interessante observar que as respostas à pergunta F, com a maioria dos alunos respondendo positivamente à pergunta, demonstraram que os estudantes compreendem que as plantas também são seres vivos que realizam processos bioquímicos (metabólicos) complexos. Porém, ao se posicionarem em relação à afirmativa B, dentro do mesmo contexto, porém elaborada de uma perspectiva diferente, uma vez que faz uma comparação entre plantas e animais, os alunos, em sua maioria, se contrariaram em relação às respostas da afirmativa F.

A discrepância maior foi observada com relação às concepções sobre metabolismo primário (afirmativas A e D), conteúdo contemplado na série anterior (1º série do ensino médio). Esperava-se compreensão mais consolidada sobre os processos e substâncias envolvidas, demonstrando ser uma lacuna no processo de aprendizagem desses alunos.

4.1.2 Análise da questão 2: *Você já ouviu falar de plantas medicinais? Se sim, o que torna as plantas medicinais diferentes das outras plantas?*

Ao analisar as respostas, verificou-se que 100% dos alunos responderam “SIM”, já tinham ouvido falar sobre plantas medicinais. As respostas para a segunda pergunta da questão foram categorizadas, sendo consideradas adequadas as respostas que faziam alguma referência à presença de substâncias nas plantas, medicamentos ou se relacionavam as plantas medicinais à algum efeito no corpo humano.

Respostas consideradas adequadas:

- *“...elas possuem uma quantidade de substâncias maiores do que as outras.”*
- *“As substâncias que elas têm.”*
- *“... podem ser usadas como medicamentos, tipo boldo.”*
- *“Elas têm nutrientes que ajudam os outros seres vivos a se recuperarem.”*
- *“Elas aliviam e curam mais rápido.”*
- *“Pelo fato de serem medicinais e ter reações no corpo diferente de plantas que não são medicinais.”*

A resposta “não sei”, apresentada por 3 alunos, foi considerada inadequada visto se tratar de alunos da segunda série do ensino médio e terem tido contato com conteúdos curriculares que oferecem condições de uma resposta adequada. Dois alunos não responderam a questão.

Apesar de todos os alunos demonstrarem conhecer algum tipo de planta medicinal, aproximadamente 45% da turma não soube responder o que as plantas usadas como medicinais têm que as diferenciam das outras plantas. Dois alunos relacionaram sua atividade medicinal às “substâncias” que elas possuem, um aluno relacionou a “nutrientes” que, por ser um conhecimento empírico, pode estar relacionado às substâncias também, pois ele relaciona esses “nutrientes” com a capacidade de ajudar “os outros seres vivos a se recuperarem”. Um

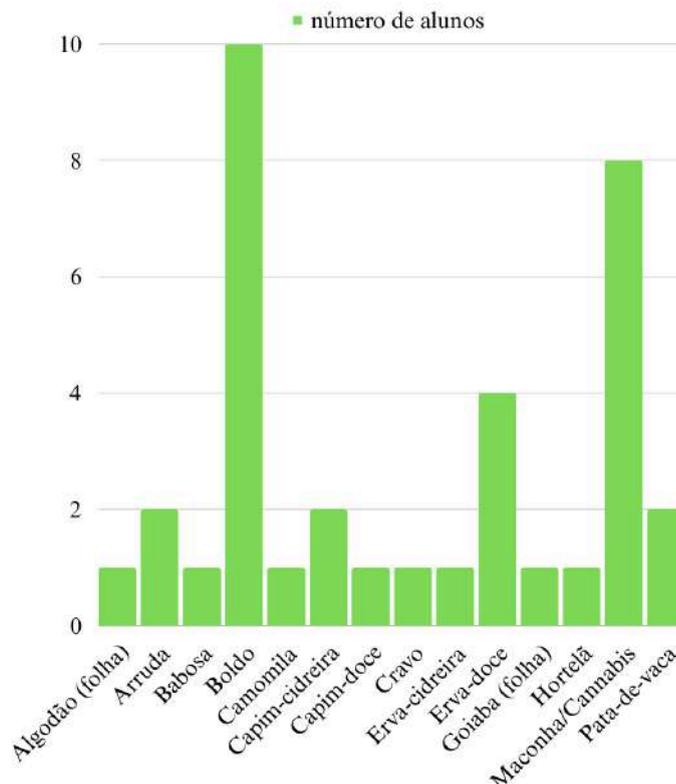
aluno relacionou as plantas medicinais a “medicamentos”, e um aluno estabeleceu a relação com a capacidade de “ter reações no corpo”, o que, segundo ele, não ocorreria com plantas que não são medicinais.

A análise das respostas permitiu sugerir que poucos alunos conseguiam relacionar as plantas medicinais (macro) com suas biomoléculas específicas (submicro). O foco, em alguns casos, ficou na sua capacidade de “cura”, “alívio”, “recuperação” ou “medicamento”. A necessidade de se trabalhar a percepção micro e submicro fica evidente a partir dessa análise.

4.1.3 Análise da questão 3: *Você conhece alguma planta medicinal? Se sim, qual (is)?*

Ao analisar as respostas, verificou-se que 100% dos alunos responderam que “SIM”, conhecem alguma planta medicinal. Todos os alunos citaram plantas medicinais conhecidas por eles (gráfico 1).

Gráfico 1 - Plantas medicinais conhecidas citadas pelos alunos (número de participantes: 11 alunos).



Os alunos demonstraram conhecer uma variedade de plantas medicinais, totalizando quatorze tipos de plantas medicinais citadas por eles. Todos citaram, pelo menos, um tipo de planta medicinal. É interessante observar que as plantas mais citadas foram: boldo e

maconha/*Cannabis*. As outras plantas, com menos citações entre os alunos, são de uso comum da população ou facilmente cultivadas em hortas, quintais ou até mesmo presentes nas ruas (como o caso da pata-de-vaca, uma árvore facilmente encontrada na arborização de ruas e praças do bairro).

Destaca-se a citação, por parte considerável dos alunos, da maconha/cannabis. Os alunos demonstraram um conhecimento equivocado sobre o uso da maconha ou um desconhecimento sobre a diferença entre a maconha e a *Cannabis* medicinal, mostrando esse ser um ponto importante a ser tratado no desenvolvimento da sequência didática.

4.1.4 Análise da questão 4: *Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.*

Verificou-se que aproximadamente 80% dos alunos (9 alunos) não concordaram com a afirmativa da questão.

As justificativas dos alunos foram analisadas e, considerando os substantivos e adjetivos citados, foi feita uma nuvem de palavras que representa a frequência de citação dos termos considerados significativos, relacionados à compreensão dos alunos para justificar a resposta dada (figura 14).

Figura 14 - Nuvem de palavras representando a frequência de citação dos substantivos e adjetivos referentes à justificativa para a questão “Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa?”.



As respostas a essa pergunta permitem concluir que os alunos têm conhecimento sobre os riscos de se consumir ou fazer uso das plantas de forma indiscriminada, ou seja, compreendem que o fato de serem plantas não as tornam menos perigosas se utilizadas sem

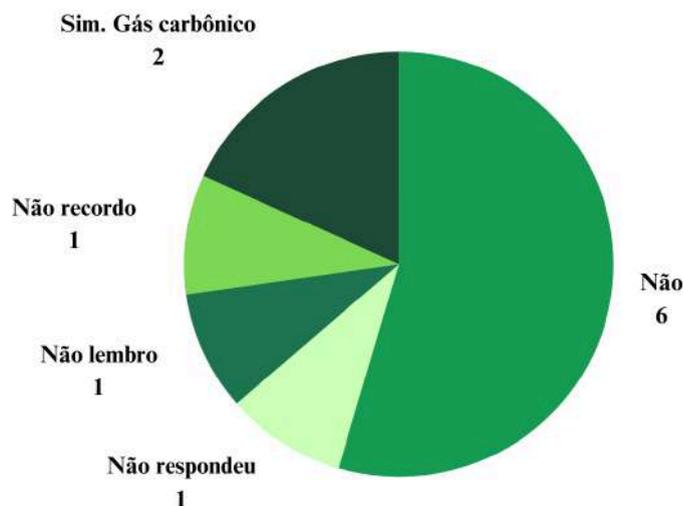
cautela. Nas justificativas, a maioria dos alunos (cinco das nove justificativas) cita a palavra “venenosas” ou “tóxicas”. Somente um aluno cita a palavra “substância” relacionando-a com o fato de poder ser benéfica ou maléfica. Um aluno justifica dizendo que “... pode conter algo que seja prejudicial...”, indicando que desconhece o termo mas possui a compreensão da existência de alguma coisa que causa um determinado efeito indesejado.

É interessante observar a resposta de um aluno que disse que “... *algumas plantas naturais podem fazer mal e outras não, mas as plantas que não fazem mal, em excesso podem fazer mal.*”. Ele demonstra compreender a influência da quantidade (dose) no efeito gerado. Uma vez que a maioria demonstrou ter a compreensão de que as plantas podem causar prejuízos se utilizadas de forma incorreta, cabe explorar mais na discussão coletiva, no sentido de aprofundar na questão da relação entre dose e efeito.

4.1.5 Análise da questão 5: *Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?*

As respostas a esta última pergunta do diagnóstico inicial confirmam o que foi possível observar na questão 1 (gráfico 2). Percebe-se que há uma lacuna na aprendizagem sobre os processos do metabolismo primário contemplados no currículo do 1ª série do ensino médio (fotossíntese e respiração celular). Somente dois alunos se lembraram do gás carbônico que é produzido e liberado no processo de respiração celular.

Gráfico 2 - Resposta dos alunos à pergunta do diagnóstico inicial: “Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)? (número de participantes: 11 alunos).



4.2 Análise da aula 2: Apresentação do tema e pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?”

Para a realização desta aula, foram selecionadas nove manchetes de notícias relacionadas às plantas medicinais, sua capacidade curativa, casos de intoxicação, uso de plantas como veneno, uso de plantas de forma equivocada e contraditória. É importante ressaltar que todas as notícias foram retiradas de *websites* de fácil acesso e populares, uma vez que o objetivo era resgatar notícias relacionadas ao cotidiano dos alunos.

Os alunos analisaram as manchetes das notícias em duplas/trios, entregues em formulário próprio, e, após responderem as questões propostas, discutiram suas respostas coletivamente.

Respostas às questões propostas:

1. O que podemos observar em comum nessas manchetes? Que relação existe entre elas?
 - *“Que as plantas medicinais podem fazer bem e também fazer mal dependendo do uso, relação que existem entre elas é que são naturais.”*
 - *“Todas as notícias dessas manchetes trata-se de supostas curas com plantas medicinais, todas as manchetes citam sobre plantas.”*
 - *“Sobre os efeitos de plantas no corpo.”*
 - *“Sobre o efeito das substâncias de diferentes plantas no corpo humano. Podemos encontrar relações e contradições em manchetes como a que fala da maconha no tratamento da esquizofrenia e a outra que fala que a maconha na adolescência pode precipitar a esquizofrenia.”*

2. Porque algumas são usadas para curar enquanto outras podem matar?
 - *“Por que cada planta tem um tipo de substância.”*
 - *“Por que algumas contêm veneno e outras não.”*
 - *“A sua espécie e as substâncias presentes nas mesmas.”*
 - *“Por que algumas têm princípios medicinais enquanto outras possuem toxinas prejudiciais para o corpo humano como veneno.”*

3. O que isso tem a ver com o metabolismo da planta?

- *“Cada uma tem uma reação química diferente.”*
- *“Cada planta tem seu metabolismo e isso diferencia uma da outra.”*
- *“Pois cada uma possui seu próprio processo metabólico.”*
- *“Por que tem a ver com as toxinas que fazem as plantas serem medicinais ou tóxicas.”*

A abordagem etnobotânica proposta para essa aula da sequência didática proporcionou a percepção mais clara sobre a utilização das plantas de forma equivocada e seus possíveis efeitos. Os alunos foram levados a refletir sobre a qualidade das informações facilmente encontradas na mídia. O saber tradicional que era transmitido ao longo das gerações agora acontece de forma digital e sem garantias de procedência. Não se pode saber se é verdadeiro e confiável, inventado ou manipulado. Ao compararem as manchetes e a natureza das informações, algumas vezes até contraditórias, os alunos concluíram, durante a discussão coletiva das respostas, que as plantas devem ser usadas e manipuladas com cautela.

O conhecimento sobre o uso correto das plantas medicinais é um assunto que tem sido muito discutido, principalmente no meio acadêmico, por profissionais de saúde que destacam a importância da educação em prol da qualidade de vida e promoção da saúde e bem-estar. Para isso, a qualidade das informações que circulam fora do meio acadêmico é muito importante. O potencial que as plantas possuem de curar é inegável, e isso já foi demonstrado pelos próprios alunos quando relacionaram as plantas medicinais à cura de doenças e seu uso como medicamentos (conforme citado no diagnóstico inicial), mas os constituintes químicos produzidos pelas plantas também podem oferecer riscos à saúde quando utilizados de forma inadequada (Pedroso; Andrade; Pires, 2021).

O fato de serem consideradas “naturais” não significa que não possam causar prejuízos à saúde se utilizadas de forma incorreta e indiscriminada. Essa consciência por parte dos alunos já havia sido demonstrada a partir da análise das respostas à questão 4 do diagnóstico inicial. De acordo com Argenta (2011) o conhecimento popular tradicional, passado por gerações, não é suficiente para validar os efeitos e a eficácia das plantas medicinais. É necessário um estudo profundo e criterioso para verificar possíveis efeitos colaterais que podem se manifestar tardiamente. Além disso, é necessário atentar os alunos a respeito dos riscos de interações entre plantas medicinais e outros medicamentos.

A habilidade EM13CNT304 da BNCC foi desenvolvida nesta atividade principalmente porque, além da questão de saúde envolvida na discussão coletiva, a atividade foi capaz de mostrar que as plantas estão inseridas no cotidiano das pessoas e que a compreensão equivocada pode gerar polêmicas desconexas do conhecimento científico e baseadas no conhecimento de senso comum isento de qualquer evidência que dê suporte à justificativas plausíveis e verdadeiras, como os próprios alunos demonstraram ao discutirem a respeito das manchetes que abordavam a *Cannabis* medicinal e maconha. Para os alunos, maconha e *Cannabis* medicinal eram sinônimas. Eles desconheciam o fato de que a planta maconha não é utilizada como medicamento, mas é capaz de produzir biomoléculas que, se isoladas, podem ser utilizadas como medicamento.

Ao questionar os alunos se maconha e *Cannabis* medicinal eram sinônimas, e diante do desconhecimento sobre um assunto que foi demandado por eles no diagnóstico inicial, pôde-se perceber a necessidade de uma abordagem mais específica e aprofundada que esclarecesse esse equívoco.

4.3 Análise da aula 3: “Quem vê planta, não vê ação”

Nos vídeos apresentados aos alunos, foram destacados alguns aspectos importantes para a abordagem investigativa na educação básica: a percepção de evidências e a capacidade de formular hipóteses a partir delas.

Inicialmente os alunos foram questionados se as plantas realizavam processos metabólicos o tempo todo. Todos os alunos responderam que sim, porém, quando foram questionados sobre como eles poderiam saber ou afirmar isso, eles não souberam explicar. Após um tempo de discussão, o primeiro vídeo (movimento dos cloroplastos - ciclose) foi apresentado a eles e então os alunos foram convidados a descrever o que estavam vendo e explicar o que estava acontecendo. Esse processo possibilitou desenvolver nos alunos habilidades relacionadas à atenção e percepção dos fenômenos que estão acontecendo, buscando detalhes que permitam formular hipóteses para a ocorrência do fenômeno.

A ciência nasce de uma problemática ou de uma busca por respostas. Estamos sempre com uma inquietação científica, que busca explicar, questionar ou indagar o que vivenciamos no cotidiano e passa despercebido pela maioria das pessoas. O processo investigativo precisa, antes de tudo, de uma postura investigativa por parte dos sujeitos envolvidos. As habilidades para essa postura investigativa, principalmente as habilidades (EM13CNT205) e (EM12CNT301) da BNCC foram estimuladas através desta atividade, uma vez que buscou

desenvolver a capacidade de observação e descrição da realidade, de forma crítica e articulada com o contexto (Scarpa, 2018). As atividades possibilitaram também que os alunos percebessem que as evidências não são sempre macroscópicas e facilmente observáveis. Para a compreensão da bioquímica de forma não fragmentada e tão abstrata, observações microscópicas e com a utilização de modelos que aproximam o universo submicroscópico do aluno, tornando-o palpável, são muito importantes.

A partir da exibição do segundo vídeo, que mostrava a liberação de bolhas das folhas de elódea (*Elodea* sp) imersas em água, os alunos foram novamente convidados a descrever o que estavam vendo e explicar. Ao descrever, os alunos demonstraram uma grande dificuldade em separar o que estavam observando do que estava acontecendo. Como os alunos, a partir deste segundo vídeo, já apresentavam algum conhecimento que lhes permitia formular hipóteses sobre o processo que estava acontecendo, eles transformavam suas hipóteses em observações. Alguns alunos disseram estar “vendo a planta fazer fotossíntese”, outros disseram que a planta estava “liberando oxigênio”. Ao serem questionados sobre onde estava a fotossíntese que eles estavam observando, eles começaram a citar as evidências, no caso, as bolhas sendo liberadas. Isso demonstrou que os alunos possuem sim capacidade inata de relacionar as evidências com os fenômenos, mas ainda apresentavam raciocínio intuitivo e pouco reflexivo.

Ao serem questionados como eles sabiam que as bolhas eram de oxigênio, eles começaram a pensar em argumentos que eles pudessem usar, até que alguns alunos levantaram a questão de poder ser também bolhas de gás carbônico, pois as plantas também “respiravam”. Os alunos tinham conhecimento sobre os processos de fotossíntese e respiração celular, suas substâncias produzidas e liberadas. A grande questão a partir daquele momento era “como saber se são bolhas de oxigênio ou de gás carbônico?”. Para isso os alunos foram instigados a observar a cena apresentada. Eles perceberam que a planta estava sendo iluminada, concluindo inicialmente que eram bolhas de oxigênio (uma vez que a luz é um fator determinante para a realização da fotossíntese e produção do oxigênio), até que um dos alunos disse que “a planta respira o tempo todo” e então eles concluíram que ali tinham bolhas de oxigênio e de gás carbônico também.

Essa etapa da sequência didática teve um caráter exploratório no ciclo investigativo. Os alunos puderam, a partir de observações e questionamentos que, algumas vezes, contrariavam suas concepções iniciais, formar um raciocínio argumentativo baseado em evidências, desenvolvendo uma postura investigativa (figura 15). O desenvolvimento dessas habilidades é importante para a formação de cidadãos críticos e participativos, uma vez que

possibilita a formação de argumentos sólidos para suas ações em sociedade e também a análise crítica dos argumentos apresentados por outrem, com capacidade para debater e questionar o que lhes é imposto (Scarpa, 2018).

Figura 15 - Representação da sistematização de argumentos baseados na articulação de evidências e observações que sustentam as explicações e possibilitam soluções com embasamento científico. Adaptada de Scarpa (2018).



Além das discussões detalhadas anteriormente, outros questionamentos (detalhados na metodologia) foram realizados durante a atividade a fim de preparar os alunos para a fase experimental do ciclo investigativo.

Para dar seguimento à fase experimental da sequência didática, e já tendo compreendido como identificar evidências e sua importância para a formulação de hipóteses, os alunos foram questionados sobre a função, para as plantas, dos metabolismos primário e secundário. Na discussão, ficou evidente a compreensão sobre a função dos processos metabólicos primários, inclusive demonstrou que os alunos não se lembravam dos reagentes e produtos desse metabolismo. Porém, quando alguns alunos falaram sobre o fato de a planta “respirar” liberando gás carbônico, foi como um “gatilho” para que todos os demais se lembrassem do processo, seus reagentes e produtos. O metabolismo secundário ainda era pouco compreendido pelos alunos que não conseguiam formular uma resposta para essa questão.

4.4 Análise da aula 4: “Se é natural, não faz mal?: percepção das evidências”

Nesta aula os alunos fizeram experimentos para colocar em prática aquilo que foi discutido na aula anterior, sobre percepção de evidências e formulação de hipóteses. Os alunos realizaram os experimentos em trios, e cada trio realizou experimentos para evidenciar de um metabólito diferente, presentes em plantas diferentes.

Durante os estudos para o desenvolvimento da sequência didática investigativa, foram realizados testes dos experimentos para verificar a viabilidade dos mesmos e a necessidade de possíveis adaptações.

De acordo com as características químicas dos alcaloides, todos os experimentos sugeridos para a extração da quinina presente na planta quina (em suas cascas) utilizam solventes orgânicos que não são comuns em laboratórios escolares (Farmacopeia, 2017) . Por isso, testes para adaptação do experimento de extração da quinina foram necessários, a fim de extrairmos o alcaloide quinólico com segurança em laboratório escolar, permitindo o manuseio e realização do experimento pelos próprios alunos.

Para isso, foram feitos testes de extração com a utilização das cascas de quina pulverizadas, a fim de permitir o acesso do solvente utilizado ao tecido vegetal, com o mínimo de barreiras. Dois solventes orgânicos (etanol 70% e acetona comercial) foram utilizados, comparando-se à mistura do pó da quina com água (figura 16).

Figura 16 - Teste de fluorescência do alcaloide quinólico (quinina) utilizando-se o pó da quina em três solventes diferentes e a luz negra para a visualização do extrato de etanol (álcool) 70%, acetona comercial e água.



Com a realização do teste, foi possível verificar que o extrato feito com a acetona comercial apresentou um resultado (fluorescência da quinina sob luz negra) mais evidente. Apesar do sucesso do experimento para evidenciação da quinina utilizando-se a própria planta, optou-se pela realização do experimento para evidenciação da quinina na água tônica comercial e a comparação, a partir do mesmo teste de fluorescência, com outros refrigerantes que não possuem quinina, com o objetivo de estabelecer maior conectividade com o cotidiano dos alunos. A planta foi apresentada aos alunos em momento posterior quando foi apresentada também sua importância como antimalárica.

Os experimentos foram feitos pelos alunos, que tinham apenas os roteiros para a realização dos experimentos, sem nenhum resultado esperado, ou seja, os alunos não sabiam o que aconteceria em cada teste realizado. Juntamente com os procedimentos, cada trio recebeu algumas perguntas-guia para orientá-los na análise dos resultados. O decocto do ginseng foi preparado anteriormente pois precisava de uma fonte de calor para ebulição, fonte que não estava disponível no laboratório da escola. O extrato da hortelã foi preparado pelos alunos pois, mesmo sendo analisado posteriormente à aula devido ao tempo para a extração do óleo essencial, o procedimento era relativamente simples e seguro para ser realizado pelos próprios alunos.

Foram feitos testes para evidenciação de três tipos de biomoléculas: saponinas, óleos essenciais e alcaloides. Os testes realizados foram descritos na metodologia deste trabalho e os resultados obtidos e registrados pelos alunos encontram-se nas figuras 17, 18 e 19.

Figura 17 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 1.

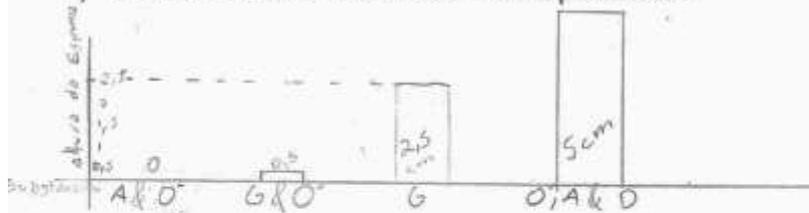
EXPERIMENTO 1

Responda:

a) O que aconteceu? O que você observou?

O tubos que possuem substâncias que favorecem a mistura de água e óleo. Como o tubo com detergente, o com extrato de Ginseng. E todos com o extrato possuem espuma.

b) Quais dados você obteve com este experimento?



c) Quais evidências você observou neste experimento?

A altura da espuma comparando os tubos.

d) Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).

- É uma substância que faz espuma, semelhante ao detergente.
- Coloração Âmbar.

Figura 18 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 2.

EXPERIMENTO 2

Responda:

a) O que aconteceu? O que você observou?

Nós observamos, que no tubo 2 de água tônica com a luz negra ficou fluorescente e os outros tubos continuaram normais.

b) Quais dados você obteve com este experimento?

Não tivemos dados.

c) Quais evidências você observou neste experimento?

Que no tubo 2 que está a água tônica, o líquido ficou fluorescente.

d) Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).

Não tem planta.

tubo 3 - Água - Não houve evidências, pois não alterou a cor.

tubo 2 - Água tônica - Houve evidência, pois tinha quinina, que era o ingrediente que não tinha nos outros.

tubo 1 - Refrigerante incolor - Não houve evidência, pois não alterou a cor.

O ingrediente quinina, que tem várias substâncias provocou alteração de cor.

Figura 19 - Registro dos resultados obtidos para os testes do experimento 3.

EXPERIMENTO 3

Resposta:

a) O que aconteceu? O que você observou? ^{antes de esfregar seu cheiro ficava ~~verde~~ mais escuro.} ^{no teste 2 esfregamos o hortelã e ela murchou e perdeu seu cheiro e ficou um verde}

No primeiro experimento, a folha ficou escura, e subiu algumas bolinhas, a água ficou verde.

b) Quais dados você obteve com este experimento?

o(a) ainda não tem dados,

c) Quais evidências você observou neste experimento?

A folha murchoa, sui o cheiro, com o decorrer do tempo o cheiro da folha foi sendo sentido do dedo.

d) Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).

~~na água quente~~

Algumas observações interessantes puderam ser extraídas dos registros realizados pelos alunos, e demonstraram a existência de algumas habilidades e percepções desenvolvidas, principalmente no estabelecimento de relações entre as evidências e as características das biomoléculas, possibilitando a formulação das hipóteses. Tais habilidades estão de acordo com as habilidades EM13CNT205 e EM13CNT301 da BNCC. A realização da aula experimental em trio foi importante para promover a discussão entre os alunos e a troca de ideias entre eles, o que traz riqueza e agrega cultura na construção do conhecimento (Scarpa, 2018).

Todos os trios identificaram as evidências a partir dos experimentos realizados (figuras 20, 21 e 22). Podemos perceber também, por meio dos resultados descritos acima, que dois dos três trios conseguiram estabelecer uma relação entre as evidências e as características das biomoléculas na formulação de hipóteses. O grupo que não apresentou nenhuma hipótese foi

o grupo dos óleos essenciais que não finalizou um dos testes que precisava de um tempo de espera de, no mínimo, 24 horas.

Figura 20 - Experimento para evidênciação de saponinas. Observação de formação da espuma persistente e característica detergente das saponinas.



Figura 21 - Experimento para evidênciação de óleos essenciais. Observação das características organolépticas da Hortelã e montagem do teste para extração do óleo essencial.



Figura 22 - Experimento para evidenciação de alcaloides. Observação da fluorescência da quinina, presente na água tônica.



Aplicando-se a metodologia de Análise de Conteúdo (Bardin, 1977), destacamos alguns conteúdos manifestos que carregam significados importantes para a verificação da compreensão do processo investigativo:

“Os tubos possuem substância que favorece a mistura de água e óleo, como os tubos com detergente e com extrato de ginseng.”

“Todos com extrato de ginseng possuem espuma.”

“Depois de esfregar, o cheiro ficava nos dedos.”

“... no tubo 2, de água tônica, com a luz negra, ficou fluorescente e os outros continuaram normal.”

“No teste 2 esfregamos a hortelã e ela murchou e perdeu seu cheiro, e ficou um verde mais escuro.”

“No primeiro teste, a folha ficou escura, subiu algumas bolinhas e o álcool ficou verde.”

A partir da análise dessas respostas é evidente que os alunos conseguiram compreender o que é “observar”. As respostas foram mais descritivas, com detalhes que eram importantes para a formulação das hipóteses:

“É uma substância que faz espuma, semelhante ao detergente.”

“O ingrediente quinino, que tem várias substâncias, provocou a alteração da cor.”

“Tubo 2 - água tônica: houve evidência pois tinha quinina, que era o ingrediente que não tinha nos outros.”

O grupo dos óleos essenciais não formularam hipóteses por alegarem que ainda faltavam os resultados do teste de extração.

Uma resposta curiosa do grupo do alcaloide aconteceu quando foram questionados sobre as características da planta analisada. Eles responderam “não tem planta”, pois os materiais disponibilizados para o experimento do grupo foram somente água, refrigerante incolor e água tônica. A partir dessa resposta, podemos perceber que o fato de não enxergarem a planta ou parte dela, significa, para eles, que não tem nenhuma planta ali. Apesar de conseguirem analisar a embalagem da água tônica e do refrigerante e perceberem que existia um ingrediente exclusivo da água tônica, conferindo a ele as evidências observadas, eles não conseguiram deduzir ou relacionar essa substância com uma planta.

As conexões estabelecidas entre as evidências extraídas dos experimentos e as características relacionadas à biomolécula presente em cada planta ficaram evidentes e são indicativas de que houve compreensão do conteúdo trabalhado (conceitos e processos), uma vez que para a realização das observações, identificação das evidências e formulação das hipóteses, os alunos tiveram que usar conceitos e habilidades trabalhados na aula anterior.

4.5 Análise da aula 5: “Que substância é essa?: conclusões a partir de evidências e formulação de hipóteses.”

A partir das respostas dos alunos aos questionamentos sobre os experimentos realizados na aula anterior, foi preparada uma projeção de slides com os resultados obtidos em cada experimento (observações, dados e evidências) e as hipóteses formuladas para a pergunta problema “*Quais características da substância presente na planta analisada?*”.

Neste momento, o teste de extração dos óleos essenciais foi apresentado à turma para finalização e, juntos, identificaram as evidências e formularam as hipóteses para a substância

em questão. Os alunos perceberam a existência de uma fase que não se misturou com a água, sugerindo a existência de substâncias hidrofóbicas no meio. Juntamente com as demais observações e evidências coletadas na aula de experimentação, os alunos formularam a hipótese de que *“a substância evaporava com facilidade, tinha cheiro e parecia ser oleosa, pois ficava como o óleo sobre a água”*. Todas as informações sobre os experimentos realizados foram compartilhadas com toda a turma e os alunos foram provocados se concordavam ou discordavam das hipóteses apresentadas pelos grupos, baseadas nas observações e evidências apresentadas. Foi um momento de troca de experiências e conhecimentos. Alguns alunos perguntaram mais detalhes sobre os experimentos realizados e todos concluíram que as hipóteses formuladas eram coerentes com os dados e evidências.

Após a conclusão inicial, os alunos foram provocados com a questão norteadora da aula *“Que substância é essa?”*. E para possibilitar que os alunos identificassem o tipo de substância presente em cada planta, foram apresentados dados e evidências adicionais (teórico/científicas) com informações que caracterizavam e identificavam os três tipos de substâncias (figura 9).

Depois de conhecerem os novos dados e evidências, as hipóteses formuladas foram novamente apresentadas e os alunos agora tinham que identificar qual era a substância presente em cada planta cruzando os dados e evidências que eles haviam obtido com os experimentos, com os dados e evidências apresentados adicionalmente.

Durante esse momento da aula, algumas perguntas foram ser feitas oralmente para auxiliar os alunos no processo de conclusão da atividade:

- As hipóteses foram confirmadas ou refutadas?
- Qual tipo de substância (metabólito secundário) estava presente nas plantas de cada experimento?
- As evidências experimentais foram suficientes para comprovar as hipóteses?
- Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?

As saponinas e óleos essenciais foram facilmente relacionados e identificados pelos alunos, que depois de discutirem entre eles, concluíram que o experimento com o ginseng evidenciava as saponinas, e o experimento com o hortelã evidenciava os óleos essenciais. Para a identificação dos alcaloides, os alunos tiveram um pouco mais de dificuldade pois as evidências adicionais teórico/científicas não eram facilmente relacionáveis à evidência da fluorescência, verificada na experimentação.

Após discutirem, os alunos foram questionados sobre as hipóteses que haviam formulado anteriormente. Verificaram que suas hipóteses foram confirmadas, e perceberam que nem sempre as evidências experimentais são suficientes para comprovar ou refutar uma hipótese.

Nas evidências apresentadas aos alunos na aula, foram apresentadas também a função das biomoléculas para a planta (saponinas e óleos essenciais) e o uso medicinal importante historicamente da quina como antimalárica, analgésica e antipirética. Essa conexão entre as biomoléculas e sua função merece maior esforço e, talvez, mais tempo e estratégias para abordagem com os alunos, visto que essa abordagem foi feita de forma rasa e bem superficial devido ao tempo limitado da aula e à proposta com foco mais bioquímico/metabólico da sequência didática. Isso abre possibilidades para o estabelecimento de novas propostas de sequências didáticas em que seja feita a associação entre a bioquímica e a ecologia/evolução das plantas.

Para o fechamento da aula, foram escolhidos dois metabólitos que foram melhor explorados com relação à sua ação medicinal. Um deles foi a quinina, escolhida por sua importância histórica como antimalárico. A quinina está presente nas cascas da quina, nome popular atribuído às espécies de *Chinchona* sp (Rubiaceae), nativas do Peru. Esse alcaloide é usado há séculos para o tratamento de malária, herança dos ameríndios (Cosenza, 2015). Os espanhóis trouxeram a doença para as Américas no século XVI, caracterizada por febres intermitentes, e ainda sem medicamento eficaz para todos os casos. E foi na região andina que conheceram a quina, planta utilizada pelos ameríndios para combater a febre (Schulz, 2023).

A outra biomolécula escolhida a partir de uma demanda dos próprios alunos, percebida por meio do diagnóstico inicial, foi o canabidiol (CBD), a biomolécula do metabolismo secundário da *Cannabis* que permite diferenciar a maconha (*Cannabis sativa sativa*) da *Cannabis* medicinal ou cânhamo (*Cannabis sativa ruderalis*). Para esclarecer e destacar ainda mais a diferença entre as duas *Cannabis* e o uso preferencialmente do cânhamo como medicinal, foi apresentado também o tetrahydrocannabinol (THC), a biomolécula responsável pela ação tóxica e psicoativa presente em alta concentração na maconha e menos de 1% no cânhamo. Isso possibilitou abordar a relação entre a quantidade (concentração) da substância e sua ação medicinal ou tóxica, mostrando que a maconha (planta) não é medicinal, mas os componentes extraídos dela, nas doses adequadas e cientificamente comprovadas, podendo ser utilizadas como medicamento no tratamento de doenças.

4.6 Análise da aula 6: diagnóstico final

O diagnóstico final aplicado foi respondido pelos alunos e foi tabulado obtendo-se as seguintes respostas dos alunos para as questões propostas:

4.6.1 Análise da questão 1: afirmativas com alternativas de sim ou não

A questão 1 do diagnóstico final foi composta por seis afirmativas iguais às afirmativas do diagnóstico inicial. Os alunos deveriam ler e marcar se concordavam (SIM) ou não concordavam (NÃO) com as afirmativas. As respostas foram tabuladas para análise (tabela 2).

Tabela 2 - Respostas dos alunos referente à questão 1 do diagnóstico final (número de participantes: 11 alunos).

AFIRMATIVAS	SIM	NÃO
(A) A glicose é produzida por todas as plantas.	6	5
(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparada aos animais.	7	4
(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias.	0	11
(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia).	7	4
(E) As plantas possuem dois tipos de metabolismo: primário e secundário.	11	0
(F) As plantas realizam processos bioquímicos complexos.	11	0

O objetivo dessa questão no diagnóstico final foi comparar o nível de conhecimento alcançado pelos alunos após a aplicação da sequência didática investigativa, demonstrando uma evolução conceitual.

Analisando os dados tabulados, podemos deduzir que houve uma melhora nos resultados (E e F) que demonstram que os alunos que desconheciam ou não compreendiam totalmente sobre o metabolismo secundário das plantas, após a aplicação da sequência didática, melhoraram seu domínio conceitual.

4.6.2 Análise da questão 2: *Por que cada planta medicinal tem um uso específico?*

Essa pergunta se relaciona com a discussão estimulada durante a aula 5, quando os alunos relacionaram as evidências coletadas na experimentação com as novas evidências apresentadas sobre as biomoléculas. O objetivo desta pergunta foi verificar se os alunos

conseguiram estabelecer uma conexão entre as diferentes biomoléculas, suas características específicas e seu uso medicinal.

Mais de 80% dos alunos relacionaram o uso específico à presença das substâncias nas plantas. Destes, aproximadamente 65% utilizaram os termos “diferente” ou “específica” para justificar sua resposta. Isso demonstra que os alunos compreenderam que os metabólitos secundários são biomoléculas que formam substâncias, e que cada uma possui uma característica diferente (específica) que é responsável por sua ação ou uso medicinal, mostrando uma capacidade de relacionar o macro (planta), micro (célula vegetal onde ocorrem os processos metabólicos) e submicro (biomoléculas).

Embora os alunos tenham demonstrado habilidade de estabelecer relação entre as diferentes biomoléculas, suas características e aplicações específicas; após análise dos resultados e reavaliação da sequência didática investigativa aplicada, com relação aos objetivos propostos, verificou-se que a compreensão requerida pela presente questão no diagnóstico final não foi contemplada nos objetivos, sendo retirada da proposta de sequência didática investigativa resultante como produto deste trabalho.

4.6.3 Análise da questão 3: *Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?*

Durante o desenvolvimento da sequência didática investigativa, as funções ecológicas dos metabólitos secundários produzidos pelas plantas foram abordados, ressaltando que as plantas não produzem as biomoléculas para que sejam utilizadas pelos seres humanos, mas como mecanismo importante para sua sobrevivência, essencial para o processo evolutivo das plantas.

Pela análise das respostas a essa pergunta, fica evidente que os alunos não estabeleceram uma relação clara entre os metabólitos e sua função para as plantas, conforme pode ser observado nas respostas transcritas abaixo.

- *“Porque a planta medicinal precisa de mais um processo para fixar o remédio e a substância que ela tem.”*
- *“Acho que esses metabólitos secundários que ‘tornam’ as plantas medicinais ou algo assim. Esses metabólitos secundários são benéficos para o ser humano. Eu não lembro o nome mas tem um que é anti-malárico.”*

Eles relacionaram os metabólitos secundários com sua utilização para o ser humano, uma utilização medicinal exclusiva. Apenas um aluno relacionou a produção dos metabólitos secundários à sobrevivência da planta, e mais de 40% dos alunos não souberam responder à pergunta. Conforme já havia sido constatado após a análise ao final da quinta aula, essa questão merece maior atenção para um trabalho posterior, uma abordagem mais específica que relacione o metabolismo secundário das plantas com sua função ecológica/evolutiva.

Embora seja uma abordagem importante para a compreensão da relação entre os metabólitos secundários e a evolução das plantas, verificou-se a necessidade de uma abordagem mais específica, contextualizada e exploratória para a compreensão do assunto. Diante dessa constatação, optou-se pela retirada desta pergunta do diagnóstico final da proposta de sequência didática investigativa resultante como produto deste trabalho.

4.6.4 Análise da questão 4: *Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.*

Analisando as respostas a essa pergunta, verificou-se que 100% dos alunos responderam que não concordam com a afirmativa. Assim como nas respostas à questão 4 do diagnóstico inicial, os termos “venenosas”, “veneno”, “tóxicas” e “mal”, foram citados pela maioria dos alunos (mais de 80%) para justificar suas respostas.

Verificou-se, após a análise das respostas dadas no diagnóstico inicial e final, que os alunos consideram os termos “venenoso” e “tóxico” como sinônimos, indicando a necessidade de abordar a diferença entre esses termos. Essa necessidade foi contemplada na sequência didática investigativa proposta como produto deste trabalho.

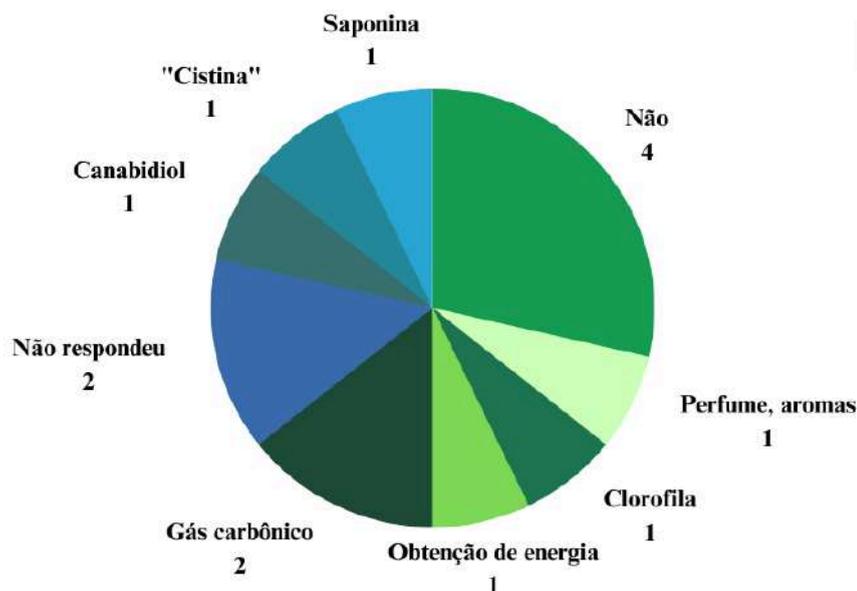
A compreensão dos alunos sobre a existência das biomoléculas, suas características e funções específicas consolidou o entendimento sobre a importância da utilização das plantas de forma segura e confiável. A importância das plantas utilizadas no cotidiano e o cuidado que devemos ter ao usá-las vai além do fato de serem naturais ou não. Os alunos perceberam durante toda sequência didática que as plantas e suas substâncias estão presentes em preparados e produtos que nem imaginamos (como o caso da quinina extraída da quina e presente na água tônica).

A abordagem da diferença entre as *Cannabis*, evidenciando o CBD e o THC, e a relação entre a concentração das biomoléculas para determinação de qual planta é medicinal e qual é tóxica, contribuiu muito para a consolidação dos argumentos que justificam e embasam essa conclusão por parte dos alunos.

4.6.5 Análise da questão 5: *Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?*

Comparando-se as respostas da quinta questão do diagnóstico inicial e do diagnóstico final, nota-se um aumento na variedade de respostas (gráfico 3). No diagnóstico inicial a única substância citada foi o gás carbônico. No diagnóstico final observamos que outros tipos de substâncias foram citadas ou foram usadas palavras que representam substâncias que estão relacionadas ao metabolismo secundário das plantas como “perfume, aromas”, fazendo menção aos óleos essenciais; além de citações como “saponinas”, “canabidiol” e “cistina”, que foi relacionada à fluorescência e ação antimalárica. Neste caso percebemos que o aluno queria se referir à quinina mas não se recordava do nome correto. Apesar disso, não deixou de se referir a uma biomolécula e relacioná-la a uma ação e uma característica (evidência).

Gráfico 3 - Resposta dos alunos à pergunta do diagnóstico final: “Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)? (número de participantes: 11 alunos).



Destacam-se duas respostas:

“Não sei se o canabidiol é uma substância mas a Cannabis medicinal produz uma substância que eu não lembro o nome.”

“Cistina, que deixou a água tônica fluorescente. Eu sei de outras, mas não lembro os nomes que você passou pra gente. Tem uma que é anti-malárica. Saponina, acho que é isso.”

Esses alunos não se limitaram a citar as substâncias, eles quiseram justificar ou detalhar mais suas respostas, demonstrando um domínio do conteúdo que antes eles não possuíam. Sentiram segurança em falar mais, explicar, e isso indica que o conteúdo foi impregnado de valor e cultura, passando a fazer parte do contexto do aluno, com significado e sustentado por argumentos que, agora, fazem parte do repertório próprio do aluno.

Um importante indicador para saber se o aluno realmente construiu e incorporou um conhecimento de forma reflexiva é perceber a sua capacidade de explicar um conteúdo com suas próprias palavras, de preferência, intercalando tal conteúdo com conhecimentos prévios sobre o assunto a ser debatido (Barbosa, 2019, p.24).

De acordo com Alexandria (2017), nota-se que os alunos adquiriram habilidades científicas ao utilizar a vivência na resolução de problemas, a discussão com os pares e tudo o que foi construído de forma reflexiva em conjunto, para a construção do seu modo de pensar individual, sendo o estruturador do conhecimento comunicado por meio de uma resposta.

[...] se um indivíduo consegue argumentar utilizando essas habilidades como base na construção de explicações, ele deveria conseguir resolver problemas e situações diversas com facilidade, uma vez que a solução de problemas demanda a utilização dessas mesmas habilidades (Alexandria, 2017, p.39).

4.7 Análise geral

A compreensão dos conteúdos bioquímicos (conceituais, práticos e processuais) demandam habilidade de abstração e inter-relacionamento consideráveis para que as conexões corretas sejam realizadas e a contextualização seja feita. Por se tratar de um conhecimento estruturado em uma base micro e submicroscópica, os alunos apresentam uma certa dificuldade na percepção dos processos, que é essencial para contextualização e compreensão dos conteúdos bioquímicos.

Associando os conteúdos de bioquímica à botânica, outro eixo que, de certa forma, acaba ficando à margem do ensino de biologia na educação básica, e adotando uma abordagem investigativa que seja atrativa e contextualizada, é possível despertar nos alunos a percepção botânica a partir da bioquímica, que pode aguçar a curiosidade dos alunos e quebrar a resistência na aprendizagem desses dois conteúdos do ensino de biologia na educação básica.

As possibilidades de se trabalhar com experimentos bioquímicos com a utilização de plantas nas escolas são grandes e extremamente viáveis, independentes da existência de um laboratório próprio para o ensino de ciências, pois os experimentos podem ser realizados com vidrarias de laboratório, mas também podem ser realizados com outros tipos de materiais que podem substituir essas vidrarias. Outro ponto a ser destacado é a viabilidade do uso de plantas, que podem ser facilmente encontradas para a realização dos experimentos. Visto todos esses pontos favoráveis sobre a utilização das plantas para o ensino de bioquímica, destacamos a importância da prática investigativa para a percepção dos processos e, conseqüentemente, conceitos bioquímicos.

Fala-se muito em impercepção botânica, mas a impercepção bioquímica também é uma realidade. A impercepção botânica refere-se à incapacidade que as pessoas têm em perceber as plantas no seu ambiente como seres vivos, suas características e importância. Os próprios cursos de biologia geral, quando criados nos Estados Unidos, no início do século XX, priorizavam o ensino sobre os animais (zoochauvinismo), deixando a botânica cada vez mais negligenciada. Isso refletiu no ensino de biologia na educação básica, feita por profissionais limitados e sem conhecimento suficiente para despertar nos alunos interesse e estímulo sobre os assuntos relacionados à botânica (Ursi e Salatino, 2021). Ainda hoje, os conteúdos relacionados à botânica aparecem cada vez menos no currículo de biologia da educação básica, que está cada vez mais reduzido em número de aulas. Com relação à bioquímica, a grande dificuldade dos alunos está na percepção e identificação das evidências. Como não podemos alcançar com tanta facilidade o universo micro e submicro, estabelecer uma relação entre o macro e essas duas dimensões é a chave para a compreensão da bioquímica.

A linguagem escrita e oral não são suficientes para que a compreensão aconteça. É necessária a linguagem “sensorial”, ou seja, baseada na percepção captada pelos sentidos: o que eu consigo ver, cheirar e tocar. As evidências dos processos bioquímicos proporcionam essa linguagem sensorial capaz de comunicar o que está acontecendo. As plantas são os arcabouços perfeitos para a contextualização dessa bioquímica. A materialização do conhecimento bioquímico por meio das evidências.

Coerentemente com a abordagem investigativa, estruturada em fases, etapas e processos, a avaliação e interpretação dos resultados obtidos a partir da aplicação de sequências didáticas investigativas sob uma perspectiva qualitativa também deve ser processual e perceptiva. O professor deve ser capaz de perceber as características da turma para utilizar estratégias que melhor se adaptem às reais necessidades dos alunos, a fim de

somar conhecimentos científicos aos conhecimentos prévios e construir, juntos, uma aprendizagem significativa.

Podemos pensar uma abordagem investigativa na perspectiva de Dewey, onde uma situação problema deve ser apresentada para que o aluno possa treinar sua capacidade de pensar, assim como acontece nas situações cotidianas; juntamente com as perspectivas de Piaget e Vygotsky, valorizando sempre os conhecimentos prévios dos alunos, considerando-os como ponto de partida, sem deixar de considerar o caráter social da aprendizagem na elaboração de ideias, raciocínios e utilização de linguagens que comunicam o conhecimento, promovem interações e proporcionam o aprendizado (Scarpa, 2018). O conhecimento construído deve ser útil e ser mais uma ferramenta para formação de argumentos e para a formação crítica do cidadão, possibilitando sua aplicação a partir da compreensão. Neste sentido, a contextualização é essencial, além de demonstrar aos indivíduos que a ciência é indissociável do indivíduo e da sociedade.

A sequência didática proposta cumpre esses requisitos, proporcionando uma aprendizagem significativa aos alunos que são capazes de mobilizar os conhecimentos construídos para solucionar problemas do seu cotidiano. Por meio dela, foi possível trabalhar o conteúdo de bioquímica de forma contextualizada e associada à botânica, partindo do princípio de que é necessário refletir sobre as práticas compreendendo o que é uma evidência e como ela é importante para formar um raciocínio crítico argumentativo que sustenta e justifica as conclusões, explicações e posicionamentos que assumimos ao longo da vida.

A partir da análise de conteúdo, buscou-se desenvolver a interpretação, pretendendo compreender os dados na perspectiva mais profunda, buscando captar além do que estava escrito nos símbolos e signos, mas o que estava latente nas respostas, ações, atitudes e comportamentos dos alunos, já que a leitura é uma interpretação e ao longo do seu desenvolvimento, a ciência saiu da objetividade e quantificação restritivos, indo em direção à subjetividade ampla e interpretativa (Lara, 2011).

Trabalhando com pequenos grupos (duplas e trios) foi possível oportunizar a discussão de forma a ampliar a confiança dos alunos ao exporem suas ideias. Em grupos pequenos eles sentem-se mais confiantes em falar, ainda que não tenham a certeza de que estejam corretos. Isso estimula a criticidade e a tolerância quando é feito com respeito à opinião do outro e abertura para novas ideias. Isso possibilita a compreensão de um contexto e a construção progressiva de uma ideia feita a várias mãos (Black, 2018).

4.8 Aprimoramento

A análise do diagnóstico final proposto na sequência didática provocou algumas reflexões sobre o modelo de avaliação aplicado e o perfil da turma. Durante toda a sequência didática foi possível observar os desenvolvimentos conceitual, processual e atitudinal, que não puderam ser comprovados pelo diagnóstico final, ficando aquém do esperado. Principalmente nos quesitos conceituais, esperava-se maior domínio do que foi verificado, uma vez que os alunos haviam demonstrado grande evolução ao longo do processo. A partir disso, foi desenvolvida uma nova proposta de diagnóstico final. Essa nova proposta foi desenhada e adaptada ao perfil da turma.

Quando pensamos em uma avaliação para verificação da aprendizagem a partir de uma sequência didática, devemos pensar em uma avaliação que tenha como objetivo verificar a compreensão dos alunos, que pode ser de termos, conceitos científicos, conhecimento, processos, etc. Será que para isso é necessário conceituar? O uso dos termos memorizados e dos conceitos decorados, expressando-se em linguagem científica, reflete esse aprendizado? Ou a aplicação, o saber como aplicar e utilizar é mais importante? Essas foram as grandes questões que motivaram o desenvolvimento de um novo diagnóstico final, que fosse capaz de captar essa essência da aprendizagem.

A linguagem comunicada de forma subjetiva, não explícita, pode conter tanto significado quanto à comunicação objetiva, com possibilidades de ir além da interpretação temática, mas dar condições para a interpretação do discurso, das relações, do comportamento, etc. (Lara, 2011). Segundo Gee (1999), os discursos do sujeito são determinados pelo seu contexto, que reflete sua forma de falar, agir, sentir, escrever, ouvir, valorizar, interagir, etc. Isso modifica a forma como devem ser interpretadas todas essas linguagens na comunicação para a verificação da aprendizagem.

Considerando o ensino de bioquímica, o campo imagético é importante para que se alcance o nível de abstração necessária e desejável para a compreensão dos processos. Se durante todo o desenvolvimento das atividades (exploratória, prática e investigativa) os alunos puderam desenvolver sua abstração com a utilização de recursos que possibilitaram o estabelecimento de relações e conexões, o momento de avaliação da aprendizagem não deveria ser diferente.

A pesquisa é um “caminho aberto, feito e refeito no decorrer do trajeto investigativo” (Silva, 2022). Uma vez que trata-se de uma pesquisa qualitativa, o foco deve ser compreender os diferentes significados que emanam do processo a partir das múltiplas leituras que refletem

a subjetividade e as relações dos sujeitos com o social. As interações entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa conferem um caráter exploratório, indutivo, flexível e não estruturado, permitindo adaptações que adequam a metodologia da pesquisa aos seus sujeitos, buscando retratar de forma mais holística o fenômeno da aprendizagem.

Desta forma foi proposta uma outra forma de avaliação da aprendizagem pós-aplicação da sequência didática, baseada na interação entre os alunos, com uma abordagem prática, visual, reflexiva e interativa. Os alunos foram divididos em duplas/trio e tinham que montar, coletivamente, um mapa conceitual (apêndice E). Os termos, conceitos, descrições, evidências, imagens e informações científicas foram disponibilizados aos alunos na forma de fichas que deveriam ser dispostas adequadamente no painel de forma a completá-lo corretamente, relacionando todas as informações disponibilizadas em diferentes tipos de linguagem. Cada dupla/trio, na sua vez, deveria escolher a informação que completaria o painel (figura 23).

Notou-se que os grupos optaram por escolher primeiramente os termos, formados por uma única palavra e as imagens. Porém, no decorrer da atividade, os termos se esgotaram e o nível de dificuldade da atividade aumentou na medida em que eles tinham que escolher definições conceituais e informações científicas, e relacioná-las corretamente aos termos já dispostos.

Essa atividade possibilitou a verificação da aprendizagem de forma mais completa e coerente com todo o processo desenvolvido na sequência didática, avaliando habilidades e capacidades conceituais, argumentativas, imagéticas, de abstração, procedimentais, sociais e comportamentais. Ver os alunos discutindo entre si sobre um conceito, evidência, etc; e argumentar para os pares com consciência e propriedade sobre o que estava falando faz-nos concluir que os objetivos da sequência didática foram alcançados com sucesso.

A atividade de construção do mapa conceitual possibilitou o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos, uma vez que a escolha das fichas com conceitos, definições e evidências dependeu de uma discussão prévia entre os alunos de cada dupla. As discussões promovidas nas aulas anteriores da sequência didática investigativa possibilitaram a reflexão e a construção de argumentos embasados cientificamente (Barbosa, 2019).

Figura 23 - Etapas da aplicação do diagnóstico final adaptado- montagem do mapa conceitual.



A capacidade de argumentação está relacionada à busca pelo conhecimento na complexidade da sua compreensão. Segundo Sasseron (2015, p.60) “a construção de argumentos deflagra a busca por entendimento, validação e aceitação de proposições e processos de investigação em que justificativas e condições de contorno e de refutação precisam ser explicitadas”.

Atividades avaliativas formais nem sempre oportunizam o uso das habilidades científicas para a avaliação do conhecimento compreendido na sua complexidade, avaliando a capacidade de memorização de conceitos e definições, desconexas da realidade, sem aplicação prática no cotidiano. Através de atividades onde o professor pode observar o comportamento dos alunos enquanto debatem alguma situação, argumentam seus pontos de vista e constroem um conhecimento consolidado; é possível a realização de uma avaliação que reflete o real aprendizado dos alunos.

Quando os alunos percebem que o grupo não é um obstáculo à compreensão - pelo contrário, é uma oportunidade de enriquecimento pessoal - , eles amadurecem sua capacidade reflexiva e argumentativa. Além disso, “experimentam concretamente a importância do respeito verbal e não-verbal ao outro, a importância da tolerância, [...] a importância, enfim, para a compreensão, de submeter ao grupo a reformulação de argumentos individuais” (Parrat-Dayana, 2007, p.18).

4.9 Produtos

4.9.1 SDI, Manual de Atividades Experimentais e Mapa Conceitual

A partir dos resultados obtidos e da análise reflexiva sobre a implicação da pesquisa realizada para o ensino de biologia, foi elaborada uma sequência didática investigativa com o objetivo de ser uma ferramenta pedagógica facilitadora para a aprendizagem da bioquímica no ensino médio, por meio do ensino sobre o metabolismo secundário das plantas. Para isso a sequência didática investigativa aplicada neste trabalho foi reavaliada para possíveis correções, adaptações, adequações e destaque dos seus pontos fortes.

Um ponto importante a ser destacado sobre a sequência didática investigativa elaborada é a preocupação com a realidade vivenciada pelo(a) professor(a) que irá aplicá-la. A sequência didática investigativa (apêndice C) oferece opções para o(a) professor(a) e uma certa liberdade de adaptação para a realidade local e dos próprios alunos.

Além da sequência didática investigativa, foi criado um manual de atividades experimentais (apêndice D), com sugestões de experimentos para evidenciação dos metabólitos secundários, pensado para oferecer opções que se adequem à realidade onde será aplicada.

O mapa conceitual desenvolvido para a avaliação da aprendizagem após a aplicação da sequência didática investigativa também constitui um produto deste trabalho, e foi desenvolvido como ferramenta avaliativa, podendo ser utilizada juntamente com a sequência didática investigativa ou não (apêndice E). É interessante pensar também que essa ferramenta abre possibilidades para que os professores utilizem a ideia da dinâmica de construção do mapa conceitual para a avaliação de outros conteúdos.

4.9.2 Participação em eventos e Clube de Ciências Sapiens

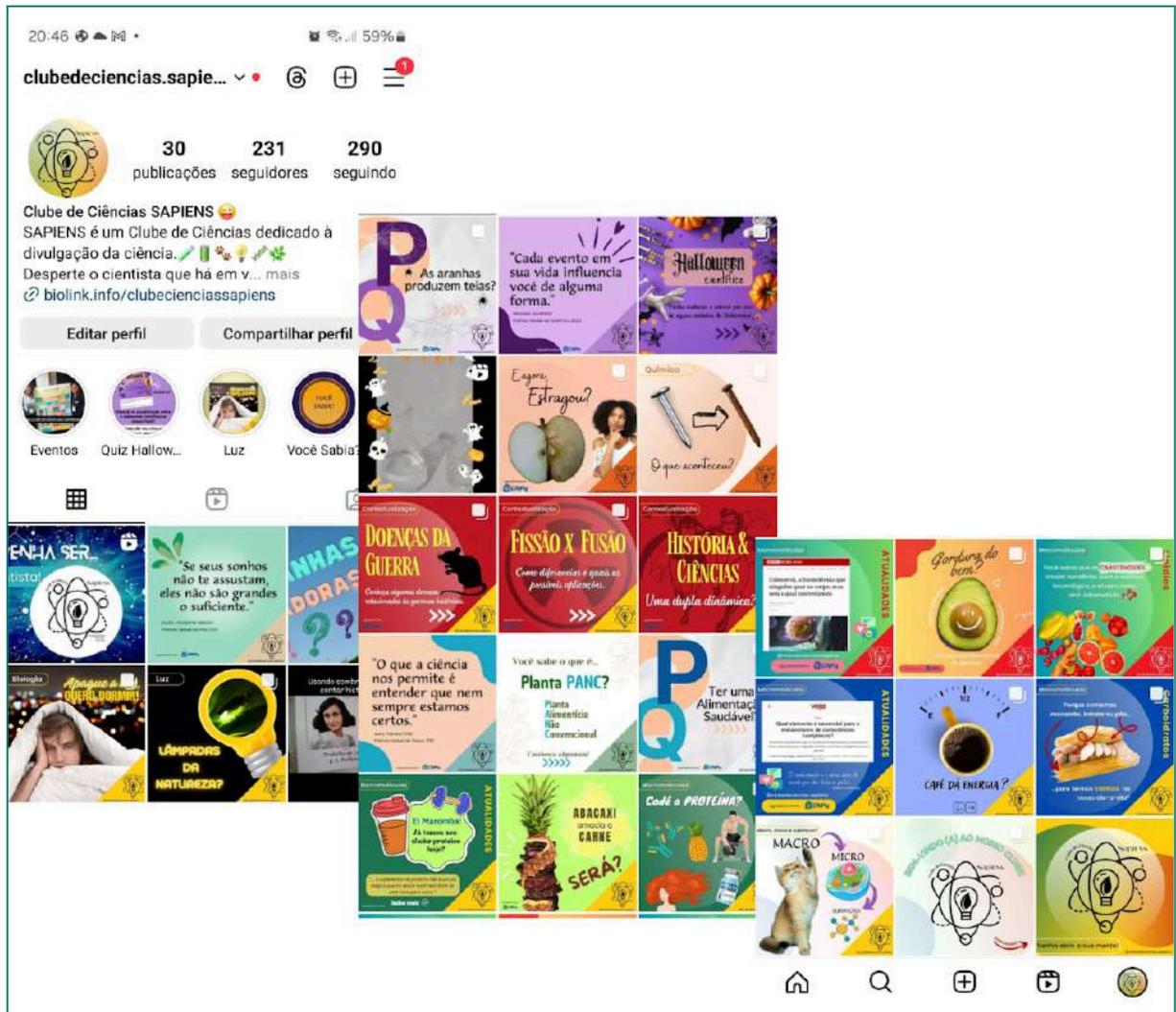
Durante a realização do mestrado e desenvolvimento deste trabalho, a mestranda e professora Naiara, participou de alguns eventos, apresentando resumos, pôsteres e publicando artigos em anais de eventos.

Em 2022, apresentou o trabalho intitulado “Origem dos seres vivos e evolução: contextualizar para compreender” na I Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza, durante a 23ª UFMG Jovem. O trabalho foi um dos premiados com uma bolsa de Iniciação Científica Júnior (ICJr.) do CNPq e deu origem ao projeto “O que isso tem a ver comigo? Contextualizar para compreender, que desenvolveu o “Clube de Ciências Sapiens”, com três tipos de abordagens: física (painel na escola), dinâmica (desenvolvimento de atividades, eventos e atividades interativas com o envolvimento da comunidade escolar), e digital (página do Instagram @clubedeciencias.sapiens). O principal objetivo do Clube de Ciências Sapiens é promover a divulgação da ciência e a alfabetização científica. O trabalho premiado também foi apresentado no V Encontro Nacional do PROFBIO, ainda em 2022, sendo o artigo publicado no Anais desses eventos (Zanetti; Tahara, 2023).

O Clube de Ciências Sapiens foi criado com o objetivo de divulgar a ciência de forma contextualizada, utilizando uma rede social (Instagram). Visto que a maioria dos alunos utilizam o Instagram para acessar conteúdos diversos, o Clube de Ciências Sapiens vem como uma possibilidade de aprender conteúdo científico enquanto “navega” pela rede social. Além do Instagram, o Clube de Ciências Sapiens também tem uma painel físico na escola, onde expõe a ciência contextualizada para toda a comunidade escolar, e promove atividades

interativas na escola durante o recreio (“Recreio consCiência”). Até o dia 18 de fevereiro de 2024, a página @clubedeciencias.sapiens possuía 231 seguidores e 30 publicações (figura 24).

Figura 24 - Prints da página @clubedeciencias.sapiens no Instagram.



Em 2023, participou da II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza, com o trabalho intitulado “O que isso tem a ver comigo? Contextualizar para Compreender” (Zanetti; Santos; Tahara, 2024), onde apresentou resultados parciais sobre o projeto desenvolvido com a bolsista de ICJr. (figura 25). Foi mais uma vez premiado com a assinatura da revista Ciência Hoje para a escola e alguns livros e materiais didáticos (físicos e digitais).

Figura 25 - Apresentação de pôster na II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza com a bolsista de ICJr.



Ainda em 2023, participou do Congresso Nacional das Licenciaturas (ENALIC), apresentando o trabalho “Cadê o carboidrato que estava aqui? Contextualizando a fermentação na educação de jovens e adultos”, e teve o artigo publicado no Anais do Congresso Nacional das Licenciaturas (Zanetti; Antonio; Vieira, 2023).

Em 2024, participou do 1º Curso de Verão em Bioquímica e Imunologia (CVBI) da UFMG, por meio de resumo e apresentação de pôster intitulado “Relacionando evidências científicas a partir da experimentação: uma abordagem investigativa para o ensino de bioquímica no ensino médio”. O trabalho foi reconhecido com menção honrosa em Bioquímica (anexo B) junto a outros três trabalhos experimentais, estreitamente ligados à pesquisa científica. Este reconhecimento tem características especiais, uma vez que aconteceu em um evento promovido por um programa de pós graduação tradicional em pesquisa de bancada (PPG Bioquímica e Imunologia, UFMG, Capes 7), evidenciando a capacidade do presente trabalho em comunicar a relevância dos tópicos aqui tratados em espaços além dos programas estritamente voltados para o Ensino ou o Ensino de Biologia, como o PROFBIO.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu aprofundar os conhecimentos sobre o metabolismo secundário das plantas de forma a aproximar o universo da bioquímica, que é submicroscópico, do cotidiano dos alunos, sendo dessa forma possível integrar a botânica e a bioquímica.

Através das atividades desenvolvidas, foi possível desenvolver as habilidades e competências previstas na BNCC, além de permitir que os alunos desenvolvessem o protagonismo, uma vez que puderam tirar suas próprias conclusões sobre os dados e evidências, e formular hipóteses, desenvolvendo o pensamento investigativo.

O envolvimento dos alunos em práticas investigativas e experimentais possibilitaram a compreensão mais ampla dos conteúdos trabalhados, contribuindo para a argumentação e alfabetização científica, alcançando os objetivos propostos neste trabalho.

Após a aplicação da sequência didática investigativa (SDI), foi possível verificar os pontos positivos e pontos de possível adequação, pois é necessário sempre adequar a metodologia aos objetivos propostos, sendo de extrema importância para a pesquisa a constante reavaliação e adequação da proposta.

A partir disso foi possível detectar possibilidades para o estabelecimento de novas propostas de sequências didáticas em que seja feita a associação entre a bioquímica e a ecologia/evolução das plantas, dando maior enfoque na relação existente entre as biomoléculas produzidas pelas plantas e sua função ecológica e evolutiva para as mesmas. Essa abordagem possibilitará a integração entre a botânica e a bioquímica ampliando a percepção dos alunos para além do senso comum, que relaciona a produção das biomoléculas unicamente com a função que elas têm para os seres humanos (utilização medicinal).

O ensino de ciências por investigação possibilita a vivência de um conhecimento antes considerado restrito ao meio acadêmico e afastado da sociedade. Essa aproximação traz mais significado e empoderamento aos sujeitos tornando-os mais críticos e atuantes na sociedade; cumprindo com seu papel de cidadãos com capacidades e habilidades que lhes permitem questionar a sua realidade e transformá-la.

A Bioquímica significa mais do que um conteúdo escolar, ela faz parte do que somos e está intimamente ligada à nossa natureza: nossos processos, nossas substâncias, nossas características, nossas necessidades, nossas relações. Relações que nos permitem interagir com outros seres e com o meio ambiente. Compreender a Bioquímica possibilita perceber o que não conseguimos enxergar. E isso faz parte da função do professor: possibilitar ir além do que se vê.

Trabalhar com sequências didáticas que proporcionem uma abordagem investigativa abre as possibilidades para uma aprendizagem significativa, como foi possível observar neste trabalho. O importante é nunca perdermos o foco do real sentido das investigações no ensino de ciências: o sentido histórico, social, político e técnico. É sabermos sempre a serviço de quem e de quem estamos dedicando o nosso esforço, nosso tempo e grande parte de nossa vida (Lara, 2011).

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, N. R.; FILHO, A. V. M.. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de bioquímica: Carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v.13, n.3., 2015. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/560/518>. Acesso em: 6 set. 2022.

ALEXANDRIA, R.. A argumentação e a capacidade de resolver problemas em estudantes do ensino fundamental. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 35-52, novembro. 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n2p35>

AMARAL, A. L. N.; GERRA, L. B.. **Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília : SESI/DN, 2022.

ARGENTA, S. C. et al. Plantas medicinais: cultura popular versus ciência. Vivências: **Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 7, n. 12, p. 51-60, maio/2011. Disponível em: <https://www.ufpb.br/nepfhf/contents/documentos/artigos/fitoterapia/plantas-medicinais-cultura-l-popular-versus-ciencia.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.

AURAS, G. M. T.. Primeiras lições de coisas: manual de ensino elementar para uso dos pais e professores. **Educar em Revista**, n. 21, p. 311–314, jan. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Jzt4kx4mNGy54nPQbDqWNKF/?lang=pt#>. Acesso em 13 fev. 2024.

BALIEIRO, Z. C. **Experimento da fluorescência: uma estratégia de aprendizagem para a introdução do Modelo Atômico de Bohr no ensino de química**. 2020. 93 p. Trabalho de conclusão de curso de licenciatura plena em química – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, Macapá, 2020.

BARBOSA, C.; MARINHO, D.; CARVALHO, L. O.. Debate como metodologia de ensino para a aprendizagem crítica. In.: ALMEIDA, B. T.; CARVALHO, D. A. S. O.(Org.). **Programa de Residência Pedagógica na Licenciatura em Informática: partilhando possibilidades**. Natal: FAMEN, 2019. p. 22-32.21

BARBOSA, Y. L. N.; DA SILVA, M. G.; CORTES, S. dos S.; DE ABREU, A. G. P. S.; SANTOS, J. do E. S.; ANGELO, D. C. F.; SOUZA, J. B.; DA SILVA, F. P. A ludicidade e o uso de softwares no ensino da bioquímica / Ludicity and the use of software in biochemistry teaching. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 9, p. 88302–88307, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/35704>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.

BLACK, P. et al. Trabalhando por dentro da caixa preta: avaliação para a aprendizagem na sala de aula. **Cadernos Cenpec | Nova série**, [S.l.], v. 8, n. 2, may 2019. ISSN 2237-9983. Disponível em:

<https://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/445/429>. Acesso em: 10 fev. 2024.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos Secundários de Plantas. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.11, n.1, p.54-67, 2020. Disponível em : <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9705>. Acesso em: 06 set. 2022.

BRANDÃO, M. G. L.. **Ensinando sobre plantas medicinais na escola: plantas do Cerrado**. Belo Horizonte: 3i Editora, 2020. 54p.

BRANDÃO, M. G. L.; ALMEIDA, J. M. A.. **Ensinando sobre plantas medicinais na escola**. Belo Horizonte: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, Dataplant, 2011. 52 p.

BRANDÃO, M. G. L.; ZANETTI, N. N. S.; OLIVEIRA, P.; GRAEL, C. F. F.; SANTOS, A. C. P.; MONTE-MÓR, R. L. M.. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**. Volume 120, Issue 2, 2008. Pages 141-148, ISSN 0378-8741, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.08.004>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 03 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada RDC n. 14 de 31 de março de 2010. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. **Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Poder Executivo**, DF, 5 abr. 2010. Disponível em: <http://www.brasilsus.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2024.

CAMPREGHER, J.. **Multiletramentos dos textos aos signos**. Indaial: UNIASSELVI, 2017, 238p.

CARRÉRA, J. C.. **Estruturas secretoras e rendimento de óleo essencial de *Croton sacaquinha* Croizat. e de dois morfotipos de *Croton cajucara* Benth. (EUPHORBIACEAE)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2016.

CARVALHO, F. A. H. de. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde** [online]. 2010, v. 8, n. 3, p. 537-550. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1981-77462010000300012>. Acesso em: 06 set. 2022.

CASTEJON, F. V.. **Taninos e Saponinas**. Seminários Aplicados do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

COSENZA, G. P.. **Quinas amargas brasileiras: histórico, perfil fitoquímico e atividade antihiperlipidêmica e antihiperlipidêmica**. 2015. 219f. Tese (doutorado em Ciências de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

COUTINHO, A.. **Extração de tanino em folhas, sementes e frutos verdes de cinamomo (*Melia azedarach* L.) com diferentes tipos de solventes**. 2013. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C.; SANTOS, A. F.. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, 1(2), 175–181. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v1i2.332>. Acesso em: 06 set. 2022.

FARMACOPEIA Brasileira. 5 ed. Segundo suplemento. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2017.

FRANCO, L. G. (Org.). **Ensinando Biologia por investigação: propostas para inovação a ciência na escola (Versão 1)**. São Paulo: Na Raiz, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4635440>. Acesso em: 06 set. 2022.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D.. O Ensino de Ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências**, 20(u), 687-719. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>. Acesso em: 06 set. 2022.

FRANCO, M. L. P. B.. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008.

FUMAGALI, E. et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia** [online]. 2008, v. 18, n. 4, pp. 627-641. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000400022>. Acessado 7 set. 2022.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P.. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova** [online]. 2007, v. 30, n. 2, p. 374-381. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>. Acessado 7 set. 2022.

GOMES, K. V. G. E RANGEL, M. Relevância da disciplina bioquímica em diferentes cursos de graduação da UESB, na cidade Jequié. **Revista Saúde.Com (RSC)**, Vitória da Conquista, v.2, n.1, p. 161-168, 2006.

GOOGLE EARTH-MAPAS. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-19.9221559,-44.0087068,759m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>. Acesso em: 11 fev. 2024.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.. Sistemas Sensoriais e aprendizagem: o nosso meio de comunicação com o mundo. *In: Experiências de ensino nos estágios obrigatórios: uma parceria entre a Universidade e a Escola*. GURIDI, V; PIOKER-HARA, F.. (Org.). 1ed. Campinas: Alínea, 2013, p. 171-185. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6513544/mod_resource/content/2/Sistemas%20Sensoriais%20vers%C3%A3o%20pdf%202014.pdf. Acesso em: 11 fev. 2024.

KAISER, S.; PAVEI, C.; ORTEGA, G. G. Estudo da relação estrutura-atividade de saponinas hemolíticas e/ou imunoadjuvantes mediante uso de análise multivariada. **Revista Brasileira De Farmacognosia**, 2010, 20(3), 300–309. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300003>. Acesso 07 set. 2022.

LARA, A. M. B.; MOLINA, A. A. Pesquisa qualitativa: apontamentos, conceitos e tipologias. *In: ARNAUT DE TOLEDO, C. A.. GONZAGA, M. T. C. (Org.). Metodologia e Técnicas de Pesquisa nas Áreas de Ciências Humanas*. Maringá: EDUEM, 2011. p. 277.

MAGALHÃES, P. P. **Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL):** aproximações teórico metodológicas e suas contribuições aos alunos de Medicina em fase inicial de formação. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2000.

MANACORDA, M.A. **História da educação:** da Antiguidade aos nossos dias. Trad. Galeano L. Mônaco. São Paulo: Cortez, 1989.

MARTINES E. R.; RODRIGUES M. L.; SANTOS, J. C. D. Óleos essenciais: uma revisão de evidências científicas para o enfrentamento da pandemia. **REVISE - Revista Integrativa em Inovações Tecnológicas nas Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 9, n. fluxocontinuo, p. 361–378, 2022. Disponível em: <https://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/revise/article/view/2620>. Acesso em: 1 maio 2023.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. **Em Farmacognosia:** da planta ao medicamento; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MEGA, D. F. et al.. Comunidades de Prática no Ensino de Ciências: uma revisão da literatura de 1991 a 2018. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190264, 2020.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S.. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 165, p. 1044–1066, jul. 2017.

MONTEIRO, J. M., ALBUQUERQUE, U. P. de, ARAÚJO, E. de L., & AMORIM E. L. C. de. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, 28(5), 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Acesso em: 7 set. 2022

NASCIMENTO, I. J. R. do; JESUS, H. S. de; ALVIM, H. G. de O. Uso dos taninos provenientes do barbatimão para cicatrização de ferimentos. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasil, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 201–212, 2021. DOI: 10.5281/zenodo.4630783. Disponível em: <http://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/228>. Acesso em: 1 maio 2023.

OLIVEIRA, V. B., FREITAS, M. S. M., MATHIAS, L., BRAZ-FILHO, R., & VIEIRA, I. J. C. Atividade biológica e alcalóides indólicos do gênero *Aspidosperma* (Apocynaceae): uma

revisão. **Revista Brasileira De Plantas Mediciniais**, 2009, 11(1), 92–99. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000100015>. Acesso em: 7 set. 2022.

PARRAT-DAYAN, S.. A discussão como ferramenta para o processo de socialização e para a construção do pensamento. **Educação em Revista**, v.45, Belo Horizonte, p. 13–23, jun. 2007.

PEDROSO, R. S.; ANDRADE, G.; PIRES, R. H.. Plantas medicinais uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, v. 31, n. 2, p. e310218, 2021.

SALES, A. L.. Fluorescência: em busca de um aprendizado mais dinâmico e compreensível. In: VOIGT, C. L. (org.). **Atividades de ensino e de pesquisa em química 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p. 27-34.

SANTOS, D. Y. A. C. . **Biossíntese, Funções e Aplicações dos Metabólitos Secundários de Plantas**. 1. ed. Curitiba: Editora e Livraria Appris, 2020. v. 1. 401p.

SANTOS, D. Y. A. C.. Vias de síntese de metabólitos secundários. In: SANTOS, D. Y. A. C. (Org.). **Biossíntese, funções e aplicações dos metabólitos secundários de plantas**. 1ed. Curitiba: Editora e livraria Appris Ltda, 2020, v. 1, p. 15-32.

SANTOS, K. G. S.. **Atividade Investigativa: uma proposta para o ensino-aprendizagem da fotossíntese**. Monografia (Especialização ENCI - CECIMIG) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v.17, n.especial, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados** [online]. 2018, v. 32, n. 94, p. 25-41. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003>. Acesso em: 06 set. 2022

SCHULZ, P.. Alguns relatos sobre a árvore da febre. **Jornal da Unicamp**, 2023. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/peter-schulz/alguns-relatos-sobre-arvore-da-febre>. Acesso em: 15 fev. 2024.

SILVA, D. C. D. et al.. Características de pesquisas qualitativas: estudo em teses de um programa de pós-graduação em educação. **Educação em Revista**, v. 38, p. e26895, 2022.

SILVA, V. P.. **Atividades biológicas de óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae**. 2017. 78f. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FARMACOGNOSIA. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino>. Acesso em 25 abr. 2023.

SOLNER, T. B.; FERNANDES, L. da S.; FANTINEL, L. O ensino de Bioquímica: uma investigação com professores da rede pública e privada de ensino. **Revista Thema, Pelotas**, v. 17, n. 4, p. 899–911, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1591>. Acesso em: 13 jun. 2023.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R.. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 97-114, novembro de 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Acesso em: 11 ago. 2022.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados** [online]. 2018, v. 32, n. 94, p. 07-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0002>. Acesso em: Acesso em: 7 set. 2022.

URSI, S.; SALATINO, A. Nota Científica - É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para "cegueira botânica" . **Boletim de Botânica**, [S. l.], v. 39, p. 1-4, 2022. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/206050>. Acesso em: 11 fev. 2024.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional** [online]. 2003, v. 7, n. 1, p. 11-19. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572003000100002>. Acesso em: 2 set. 2022.

ZANATTA, B. A.. O método intuitivo e a percepção sensorial como legado de Pestalozzi para a geografia escolar. **Cadernos CEDES**, v. 25, n. 66, p. 165–184, 2005.

ZANETTI, N. N. S.; ANTONIO, D. L. P.; VIEIRA, R. P. Cadê o carboidrato que estava aqui? Contextualizando a fermentação na educação de jovens e adultos. In: Congresso Nacional das Licenciaturas, 2023, Lajeado - RS. **Anais do Congresso Nacional das Licenciaturas**. Campina Grande - PB: Editora Realize, 2023. v.9. p.1 - 12.

ZANETTI, N. N. S.; SANTOS, A. C. B.; TAHARA, E. B.. O que isso tem a ver comigo? Contextualizar para compreender. In: II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza, 2023, Evento online. **Anais da II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza**. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2024. p. 561 - 563.

ZANETTI, N. N. S.; TAHARA, E. B.. Origem dos seres vivos e evolução: contextualizar para compreender. In: I Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza e V Encontro Nacional do PROFBIO, 2022, Evento online. **Anais da I Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza e V Encontro Nacional do PROFBIO**. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2023. p. 320 - 322.

APÊNDICE A - Diagnóstico Inicial**DIAGNÓSTICO INICIAL**

1- Leia as frases a seguir e marque **sim**, se você concorda, ou **não**, se você não concorda com a afirmação:

(A) A glicose é produzida por todas as plantas. **sim** **não**

(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparadas aos animais. **sim** **não**

(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias. **sim** **não**

(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia). **sim** **não**

(E) As plantas possuem dois tipos de metabolismo: primário e secundário. **sim** **não**

(F) As plantas realizam processos bioquímicos complexos. **sim** **não**

2- Você já ouviu falar de plantas medicinais? Se sim, o que torna as plantas medicinais diferentes das outras plantas?

3- Você conhece alguma planta medicinal? Se sim, qual(is)?

4- Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.

5- Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?

APÊNDICE B - Diagnóstico Final**DIAGNÓSTICO FINAL**

1- Leia as frases a seguir e marque **sim**, se você concorda, ou **não**, se você não concorda com a afirmação:

(A) A glicose é produzida por todas as plantas. **sim** **não**

(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparada aos animais. **sim** **não**

(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias. **sim** **não**

(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia). **sim** **não**

(E) As plantas possuem dois tipos de metabolismo: primário e secundário. **sim** **não**

(F) As plantas realizam processos bioquímicos complexos. **sim** **não**

2- Por que cada planta medicinal tem um uso específico?

3- Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?

4- Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.

5- Você conhece alguma substância produzida pelas plantas, diferente de glicose e oxigênio? Se sim, qual(is)?

APÊNDICE C - Sequência Didática Investigativa (SDI)

SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

Bioquímica de Plantas para o Ensino Médio

METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS



Olá professor(a)!

Este material foi pensado e preparado para facilitar o processo de ensino-aprendizagem sobre a Bioquímica associada à Botânica, por meio do estudo do metabolismo secundário das plantas.

A Sequência Didática Investigativa (SDI) foi planejada para seis aulas, porém, poderá ser adequada e adaptada à sua realidade (escola, perfil dos alunos, disponibilidade de tempo e recursos, etc.).

No Manual de Atividades Experimentais você poderá encontrar diversos experimentos e selecionar aqueles que serão executados com os alunos na SDI.

Bom trabalho!

INTRODUÇÃO

As plantas são organismos essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Realizam processos metabólicos primários, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento dos organismos; e secundários, que desempenham um importante papel para a adaptação e evolução das plantas aos mais diversos ambientes, sendo importantes para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aos quais estão inseridos.

O estudo da biossíntese dos metabólitos secundários permite estabelecer uma integração entre as áreas da Botânica e Bioquímica de forma a estabelecer uma aprendizagem eficiente que envolva os domínios conceitual, epistêmico e social quando realizada a partir de uma abordagem investigativa baseada em evidências e contextualização.



A Sequência Didática Investigativa (SDI) apresentada está alinhada com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) desenvolvendo as seguintes competências e habilidades:

Competência Específica 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Competência Específica 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Objetivo Geral

Possibilitar a percepção da Bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada, permitindo a aproximação do conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.

Objetivos Específicos

- Possibilitar o engajamento dos estudantes em investigações sobre os metabólitos secundários das plantas.
- Discutir o metabolismo vegetal e a biossíntese das biomoléculas.
- Identificar as classes das principais biomoléculas e sua função para a planta.
- Permitir que os estudantes observem, colham, analisem, confrontem e expressem dados da sua experimentação, produzindo conhecimento científico.

PLANEJAMENTO



AULA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL

Objetivo da aula: Através do diagnóstico inicial é possível fazer uma análise dos conhecimentos prévios dos alunos sobre metabolismo primário e secundário de plantas. Isso possibilita a adequação da estratégia de abordagem com insights mais próximos do cotidiano dos alunos, favorecendo o estabelecimento de relações e conexões com o conteúdo apresentado.

Orientação: Nesta aula o professor(a) deverá formular perguntas sobre o uso das plantas medicinais, metabolismo primário e secundário, biomoléculas produzidas pelas plantas, entre outras semelhantes. É importante que as perguntas consigam extrair o conhecimento prévio que os alunos possuem sobre esse tema. Abaixo encontra-se um modelo com sugestões de perguntas que poderão ser adaptadas de acordo com o perfil de cada turma.

As respostas deverão ser analisadas para o direcionamento das aulas seguintes. O diagnóstico inicial poderá mostrar alguma demanda que deverá ser abordada pelo(a) professor(a) nas aulas seguintes.

DIAGNÓSTICO INICIAL

1- Leia as frases a seguir e marque sim, se você concorda, ou não, se você não concorda com a afirmação:

(A) A glicose é produzida por todas as plantas. sim não

(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparada aos animais. sim não

(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias. sim não

(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia). sim não

(E) As plantas realizam processos bioquímicos complexos. sim não

2- Você já ouviu falar em plantas medicinais? Se sim, o que torna as plantas medicinais diferentes das outras plantas?

3- Você conhece alguma planta medicinal? Se sim, qual(is)?

4- Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.

5- Você conhece alguma substância produzida pelas plantas? Se sim, qual(is)?

AULA 2 - ABORDAGEM ETNOBOTÂNICA

Objetivo da aula: Contextualização do tema e apresentação da pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?”. As situações fictícias devem instigar os alunos a pensarem a nível micro e submicroscópico, em diferentes substâncias presentes nas plantas.

Orientação: Nesta aula o(a) professor(a) deverá apresentar a pergunta norteadora “Se é natural, não faz mal?” e propor situações fictícias sobre os benefícios e prejuízos causados pelo uso das plantas medicinais (tratamento e prevenção de doenças, intoxicação, efeitos colaterais, desenvolvimento de medicamentos, etc.).

É importante que o(a) professor(a) utilize as informações coletadas no diagnóstico inicial para acrescentar situações relacionadas à plantas citadas pelos alunos, além de plantas também desconhecidas, mas importantes.

A seguir encontram-se alguns modelos de situações fictícias que poderão ser utilizadas para a aula, além de outras criadas pelo(a) professor(a).

SITUAÇÃO 1

Uma menina estava brincando em frente ao portão de sua casa quando decidiu experimentar o sabor da planta que sua mãe cultivava no canteiro ao lado da porta, chamada comigo-ninguém-pode. Pouco tempo após ingerir a planta, a menina já apresentava os lábios bastante inchados, começou a queixar-se de dor e queimação dos lábios, língua e palato; cólicas abdominais intensas, náusea e vômito.

SITUAÇÃO 2

A jovem Maria, insatisfeita com sua pele, viu nas redes sociais uma receita de suco de babosa com a promessa de deixar a pele macia e livre de acne. Animada com a nova informação, pegou algumas folhas de babosa na casa de sua vizinha, começou a fazer o suco e tomá-lo todos os dias pela manhã. Ela tomou o suco todos os dias durante seis meses e não percebeu nenhuma mudança significativa, mas começou a sentir desconforto estomacal, cólicas e dores de barriga, com alguns episódios de diarreia que ficavam cada vez mais constantes.

SITUAÇÃO 3

João estava assistindo ao jornal da noite e ficou muito feliz com uma notícia. A notícia falava sobre a regulamentação da oferta de remédios a base de canabidiol e outros compostos da Cannabis medicinal no SUS. Ele ficou feliz pois seu filho, portador da Síndrome de Dravet (tipo de epilepsia grave que atinge crianças a partir dos primeiros meses de vida e causa convulsões recorrentes) poderia ter a chance de se tratar, melhorando sua qualidade de vida.

SITUAÇÃO 4

Eliana sofria de sinusite intensa durante a época mais fria e seca do ano. Todo ano gastava muito dinheiro com antibióticos e outros medicamentos para tratar a infecção e aliviar os sintomas. Um dia, andando pela feira popular em sua cidade, viu uma planta chamada buchinha-do-norte sendo vendida com a indicação de tratar sinusite, rinite, dores de cabeça e gripe forte. A planta era bem mais barata do que os remédios tradicionais, e ela resolveu comprar a planta para tratar sua sinusite. Fazia o chá sem nenhuma medida e tomava várias vezes ao dia. Alguns dias depois, ela teve um sangramento vaginal intenso e descobriu que havia sofrido um aborto. Ela não sabia que estava grávida e ficou muito triste pois sonhava em ser mãe e estava a vários meses tentando engravidar.

SITUAÇÃO 5

Os pesquisadores de um centro de pesquisa de uma Universidade Federal ficaram muito animados ao conseguirem isolar uma molécula de uma planta originária de regiões tropicais do Peru, Equador e Colômbia. Estudos indicaram que esta nova molécula tem um grande potencial no tratamento de alguns tipos de câncer. Os estudos continuam, mas as expectativas são muito promissoras.

Os alunos poderão trabalhar em duplas, trios ou grupos maiores, conforme a realidade da turma.

As situações poderão ser impressas e entregues aos alunos com algumas questões que estimularão a reflexão nos grupos, preparando para a discussão coletiva posteriormente.

Algumas questões que poderão ser utilizadas para estimular a reflexão sobre as situações propostas e discutidas coletivamente:

- O que podemos observar em comum nessas situações fictícias? Que relação existe entre elas?
- Elas contribuem a favor ou contra a pergunta norteadora da aula?
- Por que algumas plantas são usadas para curar enquanto outras podem matar?
- O que isso tem a ver com o metabolismo da planta?

OPÇÕES...

- O(a) professor(a) pode projetar as situações fictícias para a turma toda e fazer a reflexão e discussão somente de forma coletiva.
- Outra sugestão seria a utilização de manchetes de notícias atuais sobre a utilização das plantas medicinais.



AULA 3 - ATIVIDADES METABÓLICAS DAS PLANTAS

Objetivo da aula: Percepção das plantas como seres vivos ativos e com intensa ação metabólica por meio de vídeos e animações. Levantamento de hipóteses para a pergunta norteadora “As plantas são seres vivos ativos metabolicamente?”.

Orientação: Nesta aula os alunos devem ser provocados sobre a percepção da intensa atividade metabólica das plantas. O(a) professor(a) deve trabalhar o conceito de “evidência” com os alunos, através de atividades do metabolismo primário. A utilização de vídeos e/ou animações que demonstram os processos de fotossíntese e respiração celular possibilitam essa percepção através de evidências como a liberação de bolhas que podem ser uma evidência de liberação do gás oxigênio (oriundo da fotossíntese) e/ou gás carbônico (oriundo da respiração celular), sendo a luz um fator determinante para a produção de oxigênio.



Recomenda-se o vídeo “Você já viu coisas mexendo dentro da célula?” (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N0RW8K6m30Q>. Acesso em: 19 fev. 2024) do canal “Manual do Mundo” no You Tube (o professor pode fazer cortes do vídeo para trabalhar com os alunos de forma investigativa).

Durante a exposição dos vídeos e animações, o professor deve provocar os alunos de forma a estimulá-los para perceberem as evidências e formularem hipóteses para a pergunta norteadora da aula.

Algumas sugestões de perguntas provocadoras sobre a questão problema “As plantas são seres vivos ativos metabolicamente?”:

- As plantas realizam processos metabólicos o tempo todo?
- O que foi possível identificar no vídeo/animação?
- O que estava acontecendo?
- Que relação existe entre os vídeos/animações e o metabolismo das plantas?
- Que tipo de metabolismo estava acontecendo?
- Como você concluiu isso?
- O que são evidências?
- Como elas podem nos ajudar a formular uma hipótese?
- Para quê a planta realiza metabolismo?



Ao término desta aula os alunos devem ser capazes de diferenciar a observação e a formulação de hipóteses. Os alunos devem treinar o olhar para a percepção das evidências e usá-las para a formulação das hipóteses. O bom desenvolvimento dessa aula é essencial para a realização das aulas seguintes, quando os alunos deverão realizar os experimentos e extrair deles as evidências necessárias para a formulação das hipóteses.

“

Sem

Dúvidas!

Observação é a visualização de um fato ou fenômeno, com o maior número de detalhes possível.

Hipótese é uma possível explicação para o que é observado, sempre possível de ser testada.

Evidência é tudo aquilo que pode indicar a ocorrência de um fenômeno ou as características para a identificação de algo.

”

AULA 4 - EXPERIMENTAÇÃO

Objetivo da aula: Formulação de hipóteses a partir de experimentações (os experimentos elucidarão evidências que serão registradas pelos alunos e analisadas para a formulação de hipóteses sobre os metabólitos secundários presentes nas plantas).

Orientação: Nesta aula os alunos deverão ser divididos em grupos para realização de experimentos com plantas que produzem diferentes metabólitos secundários. Os procedimentos para a evidenciação dos metabólitos através da experimentação deverão ser apresentados a cada grupo, porém, sem informações sobre os resultados esperados.

“

Os metabólitos secundários, geralmente, têm sua biossíntese a partir de metabólitos primários, e pertencem a uma das três principais classes de moléculas: terpenos (saponinas e óleos essenciais), substâncias fenólicas (taninos) e substâncias nitrogenadas (alcaloides).

Os metabólitos secundários (ou especializados) são altamente específicos e têm importante papel na adaptação das plantas aos diferentes ambientes, aumentando as chances de sobrevivência das plantas. Essas substâncias são um fator evolutivo fundamental não somente para as plantas, como também para todos os demais seres que dependem delas (Fumagali, 2008).

”

A escolha dos experimentos a serem realizados pelos grupos ficará a critério do(a) professor(a). No “Manual de Atividades Experimentais” estão disponíveis diversos experimentos viáveis para realização em sala de aula ou no laboratório escolar.



É importante que o(a) professor(a) oriente os alunos com relação ao processo de observação, registro dos dados e formulação das hipóteses a partir da realização dos experimentos.

Para isso, sugere-se algumas questões que deverão ser respondidas pelos alunos de cada grupo, sobre o experimento que estarão realizando:

- 1- O que aconteceu ou o que você observou?
- 2- Quais dados você obteve com este experimento?
- 3- Quais evidências você observou neste experimento?
- 4- Que tipo de substância está presente na planta analisada? Quais as características desta substância? Formule sua(s) hipótese(s).

Os registros feitos pelos grupos deverão ser recolhidos pelo(a) professor(a) que deverá fazer um compilado de forma comparativa para a apresentação aos alunos na próxima aula, juntamente com outras evidências científicas.

AULA 5 - CONCLUSÕES

Objetivo da aula: Os alunos deverão cruzar informações, ou seja, analisar os dados e evidências experimentais e teóricas para identificação das substâncias e suas ações, estabelecendo conexões.

Orientação: A partir de uma tabela comparativa ou de uma apresentação por meio de slides, o(a) professor(a) deverá apresentar aos alunos os dados e evidências coletados em cada experimento, e hipóteses formuladas pelos grupos. Os alunos deverão ser capazes de trocar ideias e discutir as hipóteses formuladas. O(a) professor(a) então, apresentará outras evidências relacionadas a cada tipo de metabólito experimentado, de forma que essas novas evidências possibilitem aos alunos refutar ou comprovar as hipóteses formuladas por eles.

Após essa dinâmica, os alunos terão definido as características de cada tipo de metabólito relacionando as novas evidências apresentadas, com as evidências e dados coletados através dos experimentos realizados na aula anterior.

Durante a dinâmica algumas perguntas podem ser feitas pelo(a) professor(a) para auxiliar os alunos no processo de conclusão da atividade:

- As hipóteses foram confirmadas ou refutadas?
- Qual tipo de substância (metabólito secundário) estava presente nas plantas de cada experimento?
- As evidências experimentais foram suficientes para comprovar as hipóteses?



É importante que, durante a apresentação e análise das novas evidências, seja destacada a função ecológica de cada biomolécula estudada, ressaltando, sempre, que os metabólitos secundários são produzidos pela planta com finalidade ecológica e evolutiva para ela.

Para o fechamento da aula, o professor pode explorar alguma substância de importância biológica ou ecológica, regional ou global. Para a escolha da substância é importante levar em consideração as informações coletadas no diagnóstico inicial. Pode ser uma substância presente em alguma planta citada pelos alunos ou que apresente alguma compreensão equivocada.

A seguir, encontram-se as informações sobre as biomoléculas que serão apresentadas aos alunos como novas evidências:

NOVAS EVIDÊNCIAS:

Taninos:

- Substâncias que formam complexos insolúveis em água com proteínas e alcaloides e, por isso, têm característica adstringente (sensação provocada pela precipitação de glicoproteínas salivares);
- Formam ligações de hidrogênio intra e intermoleculares;
- Importância ecológica associada à diminuição da taxa de predação (torna o vegetal pouco palatável) (Monteiro, 2005).

Saponinas:

- Substâncias de caráter anfifílico, ou seja, parte é lipofílica e outra é hidrofílica, justificando suas propriedades detergentes e emulsificantes;
- Formam uma espuma persistente e abundante quando em solução aquosa (Brandão, 2011);
- Ecologicamente possuem função fitoprotetora, uma vez que são encontradas em tecidos mais vulneráveis ao ataque de fungos, bactérias e insetos herbívoros;
- Também atuam em membranas celulares de invasores, sendo capazes de alterar a permeabilidade ou até mesmo destruí-las (Castejon, 2011).

Alcaloides:

- Substâncias nitrogenadas de caráter básico, que são encontrados nas plantas combinadas a ácidos orgânicos, predominantemente. Nessa forma, são insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos;
- Na forma de sais, a solubilidade é maior em solventes polares, como a água (Brandão, 2011);
- Pode ser fluorescente sob luz negra;
- Devido ao sabor amargo (conferido pela presença das aminas), são ecologicamente importantes contra insetos e animais predadores.

Óleos essenciais:

- Substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas;
- São sintetizados em estruturas especializadas das plantas (tricomas glandulares, células modificadas do parênquima, idioblastos secretores);
- São imiscíveis em água e solúveis em solventes orgânicos (Brandão, 2011), formando um sistema heterogêneo quando misturado à água.
- Possuem potencial como agentes biológicos naturais, no combate a diversas doenças, pois apresentam ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante, entre outras.

AULA 6 - DIAGNÓSTICO FINAL

Objetivo da aula: Através do diagnóstico final é possível verificar se a aprendizagem foi significativa e se os objetivos da sequência didática foram alcançados, juntamente com a observação comportamental e da avaliação qualitativa desenvolvida durante todo o desenvolvimento das atividades.

Orientação: Nesta aula o professor(a) deverá formular perguntas sobre o tema trabalhado. É importante que as perguntas consigam extrair o conhecimento assimilado e compreendido pelos alunos, e seja feito de acordo com o perfil da turma.

Uma sugestão é fazer um diagnóstico final com algumas questões do diagnóstico inicial (para comparar as respostas antes e após a aplicação da SDI) e algumas questões novas, relacionadas ao que foi trabalhado com os alunos, para verificar o nível de compreensão dos alunos sobre os conteúdos abordados (conforme o modelo apresentado abaixo).

DIAGNÓSTICO FINAL

1- Leia as frases a seguir e marque sim, se você concorda, ou não, se você não concorda com a afirmação:

(A) A glicose é produzida por todas as plantas. sim não

(B) As plantas são seres vivos com atividade metabólica menor, quando comparada aos animais. sim não

(C) Todas as plantas produzem as mesmas substâncias. sim não

(D) Todas as substâncias que as plantas produzem estão relacionadas ao seu processo de nutrição (obtenção de energia). sim não

(E) As plantas realizam processos bioquímicos complexos. sim não

2- Tudo que vem das plantas é natural e, por isso, não faz mal. Você concorda com esta afirmativa? Justifique.

3- Qual a diferença entre metabolismo primário e secundário?

4- Por que as plantas medicinais produzem os metabólitos secundários?

5- Você conhece algum metabólito secundário (biomolécula) produzido pelas plantas? Se sim, qual(is)?

OPÇÕES...

- O(a) professor(a) pode fazer uma avaliação da SDI e dos conhecimentos assimilados pelos alunos através de estratégias mais dinâmicas. Uma sugestão é a utilização do Mapa Conceitual sobre Metabolismo Secundário das Plantas.

O Mapa Conceitual foi desenvolvido para uma avaliação não tradicional e mais qualitativa sobre o assunto. É uma atividade dinâmica que permite a avaliação das habilidades desenvolvidas na SDI.



Além desta SDI, está disponível também, para você professor(a), o Mapa Conceitual sobre Metabolismo Secundário das Plantas e um Manual de Atividades Experimentais: evidenciando biomoléculas do metabolismo secundário das plantas.

Visite também a página do Clube de Ciências Sapiens no Instagram (@clubedeciencias.sapiens) e fique por dentro de diversos assuntos e sugestões de temas para trabalhar com seus alunos. As postagens são contextualizadas e preparadas para serem utilizadas como ferramenta de aprendizagem. Use!! Aproveite e deixe sua opinião, comentário, sugestões e elogios!

AGRADECIMENTOS:



Projeto de Extensão Dimensões – SIEX 404313

BRANDÃO, Maria das Graças Lins; ALMEIDA, Juliana Morais Amaral de. **Ensinando sobre plantas medicinais na escola**. Belo Horizonte: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, Dataplamt, 2011. 52 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 03 fev. 2023.

CASTEJON, Fernanda Vieira. **Taninos e Saponinas**. Seminários Aplicados do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FUMAGALI, Elisângela et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* [online]. 2008, v. 18, n. 4, pp. 627-641. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000400022>. Acesso em: 7 set. 2022.

MONTEIRO, J. M., ALBUQUERQUE, U. P. de, ARAÚJO, E. de L., & AMORIM E. L. C. de. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, 28(5), 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Acesso em: 7 set. 2022.

APÊNDICE D - Manual de Atividades Experimentais

**Bioquímica de Plantas
para o Ensino Médio**



MANUAL DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

*Bioquímica das Plantas:
evidenciando biomoléculas vegetais*

**Produto do TCM de Naiara do N. Santiago Zanetti
Orientador: Prof. Dr. Rafael P. Vieira
PROFBIO/UFMG - 2024**

ORIENTAÇÃO	02
INTRODUÇÃO	02
BNCC	03
SAPONINAS	04
EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE SAPONINAS	04
Teste do detergente	04
Teste de espuma	06
CONTEXTUALIZANDO... AS SAPONINAS	07
TANINOS	08
EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DOS TANINOS	08
Teste de precipitação	08
ALTERNATIVAS...	10
VOCÊ SABIA?	10
CONTEXTUALIZANDO... OS TANINOS	11
ALCALOIDES	12
EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE ALCALOIDE (QUININA)	12
Teste de fluorescência	12
VOCÊ SABIA...	14
Fazendo luz negra com o celular	14
CONTEXTUALIZANDO... OS ALCALOIDES	15
ÓLEOS ESSENCIAIS	16
EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS	17
Teste de extração	17
Teste sensorial	18
CONTEXTUALIZANDO... OS ÓLEOS ESSENCIAIS	19
MUCILAGENS	20
EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE MUCILAGENS	20
Teste de expansão	20
CONTEXTUALIZANDO... AS MUCILAGENS	22
AGRADECIMENTOS E BIBLIOGRAFIA	23

Olá professor(a)!

Este material foi pensado e preparado para facilitar o processo de ensino-aprendizagem sobre a Bioquímica associada à Botânica, por meio da evidência das biomoléculas vegetais.

As atividades práticas propostas aqui foram selecionadas e adaptadas para utilização no ambiente escolar, seja no laboratório de ciências ou em sala de aula.

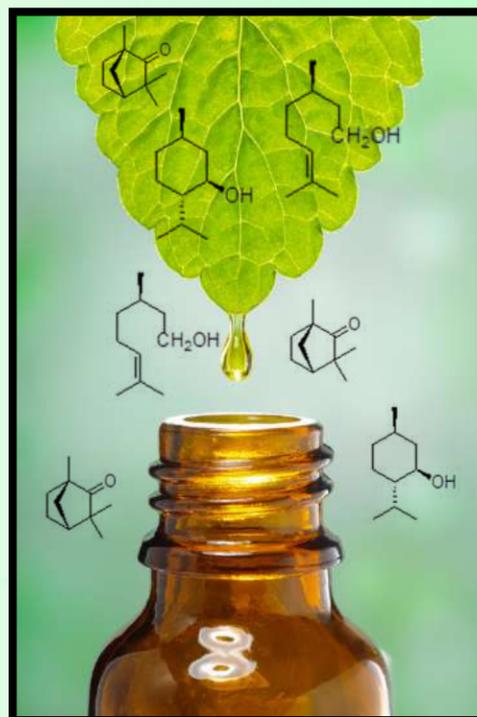
Você vai encontrar opções de experimentos para evidenciar as biomoléculas vegetais, e poderá selecionar aqueles que melhor se adequam à sua realidade ou proposta pedagógica.

Bom trabalho!

INTRODUÇÃO

As plantas são organismos essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Realizam processos metabólicos primários, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento dos organismos; e secundários, que desempenham um importante papel para a adaptação e evolução das plantas aos mais diversos ambientes, sendo importantes para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aos quais estão inseridos.

O estudo das biomoléculas vegetais permite estabelecer uma integração entre as áreas da Botânica e Bioquímica de forma a estabelecer uma aprendizagem eficiente que envolva os domínios conceitual, epistêmico e social quando realizada a partir de uma abordagem investigativa baseada em evidências e contextualização.



O desenvolvimento de atividades experimentais como estratégia pedagógica está alinhada com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), desenvolvendo as seguintes competências e habilidades (Brasil, 2018):

Competência Específica 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Competência Específica 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.



SAPONINAS

As saponinas são substâncias que possuem uma estrutura química que evidencia o seu caráter anfifílico, ou seja, uma parte da molécula é solúvel em água (hidrofílica) enquanto a outra parte é solúvel em lipídio (lipofílica) (figura 1).

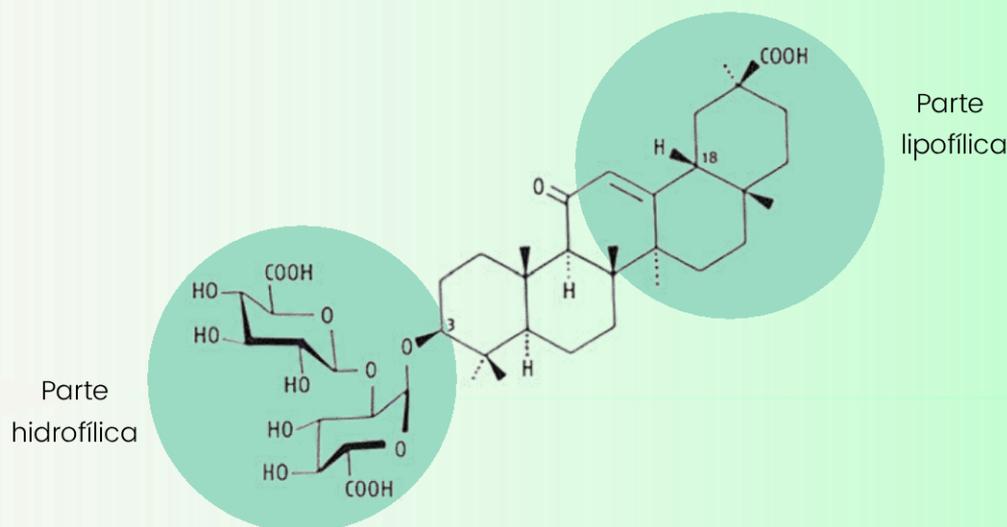


Figura 1: Estrutura química da saponina, com destaque para suas partes hidrofílica e lipofílica. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/web/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

Essa característica da estrutura química das saponinas confere à elas uma propriedade detergente e emulsificante, resultando na formação de espuma persistente quando em solução aquosa (Brandão, 2011), diminuindo a tensão superficial dos líquidos.

Diante disso, é possível realizar experimentos que permitam a evidência das saponinas em ambiente escolar de forma simples, rápida e eficiente.

EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE SAPONINAS

Teste do detergente

Materiais necessários:

- 2 colheres de sopa de raízes secas e trituradas de ginseng;
- 3 mL de óleo de cozinha;
- 3 mL de detergente;
- 200 mL de água filtrada;
- 3 tubos de ensaio;
- Conta-gotas;
- Peneira ou filtro de papel com coador.

Procedimentos:

1. Triture as plantas em fragmentos pequenos.
2. Pegue duas colheres de sopa de raízes secas e trituradas.
3. Adicione 100 mL de água e cozinhe por 5 minutos (decoção). Deixe esfriar e filtre o líquido.
4. Adicione 5 mL de água e 10 gotas de óleo ao tubo 1;
5. Adicione 5 mL de água, 10 gotas de óleo e 5 gotas de detergente ao tubo 2;
6. Adicione 5 mL do decocto da planta (líquido resultante do cozimento das raízes) e 10 gotas de óleo no tubo 3.

Resultados esperados:

Espera-se que, no tubo 1, a água e o óleo não se misturem, o que acontecerá no tubo 2, que contém detergente. O mesmo resultado do tubo 2 poderá ser observado com o chá da planta (tubo 3), que por ser rico em saponinas, promoverá a mistura do óleo com a água. Isso mostrará que as saponinas são substâncias tensoativas e, à semelhança dos sabões e detergentes, são capazes de facilitar a formação de misturas que, normalmente, não acontecem (figura 2).



Figura 2: Resultado esperado do teste do detergente. Tubos 1, 2 e 3 respectivamente.
Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/saponina/>. Acesso em: 13 de fev. 2024.

Teste de espuma

Materiais necessários:

- 2 colheres de sopa de raízes secas e trituradas de ginseng;
- 100 mL de água filtrada;
- 1 tubo de ensaio;
- Peneira ou filtro de papel com coador.

Procedimentos:

1. Triture as plantas em fragmentos pequenos.
2. Pegue duas colheres de sopa de raízes secas e trituradas.
3. Adicione 100 mL de água e leve a mistura à ebulição por 5 minutos (decocção). Deixe esfriar e filtre o líquido.
4. Adicione 5 mL do decocto da planta ao tubo de ensaio, tampe a abertura do tubo com o dedo polegar e agite vigorosamente por 30 segundos.
5. Anote os tempos de início e de fim da espuma formada. Deixe em repouso por 10 minutos e observe novamente.

Resultados esperados:

Espera-se que a espuma formada seja persistente, mantendo a mesma altura no tubo de ensaio após o tempo de espera (figura 3).



Figura 3: Resultado esperado do teste de espuma. Formação de espuma persistente.

CONTEXTUALIZANDO...

AS SAPONINAS



As saponinas são capazes de causar a hemólise, rompimento das hemácias. Isso ocorre devido à interação das saponinas com o colesterol presente nas membranas das hemácias, causando o seu rompimento. Isso também explica as suas atividades antibacteriana, antifúngica e espermicida. Também possuem atividades antiinflamatórias e analgésicas por atuarem em outros mecanismos de ação dentro dos organismos (Diniz, 2006). Algumas saponinas também podem atuar como iminoadjuvantes, ou seja, estimulam a resposta imune no organismo (Kaiser, 2010).



As saponinas são consideradas parte do sistema de defesa das espécies que as produzem como metabólito secundário, ou seja, são substâncias com função fitoprotetora, uma vez que são encontradas em tecidos mais vulneráveis ao ataque de fungos, bactérias e insetos herbívoros. Por conta de suas propriedades detergentes, atuam em membranas celulares de invasores, sendo capazes de alterar a permeabilidade ou até mesmo destruí-las (Castejon, 2011).

TANINOS

Os taninos são substâncias fenólicas, que formam complexos insolúveis em água com proteínas e alcaloides. Sob a forma de ésteres ou heterosídeos, são solúveis em água e solventes orgânicos polares, o que facilita a extração do tanino no ambiente escolar por meio do método de decocção. Além disso, formam ligações de hidrogênio intra e intermoleculares, sendo esse efeito facilmente evidenciado por meio do teste de precipitação de proteínas, uma prática simples e acessível para a utilização em laboratórios escolares (Mello e Santos, 2001) (figura 4).

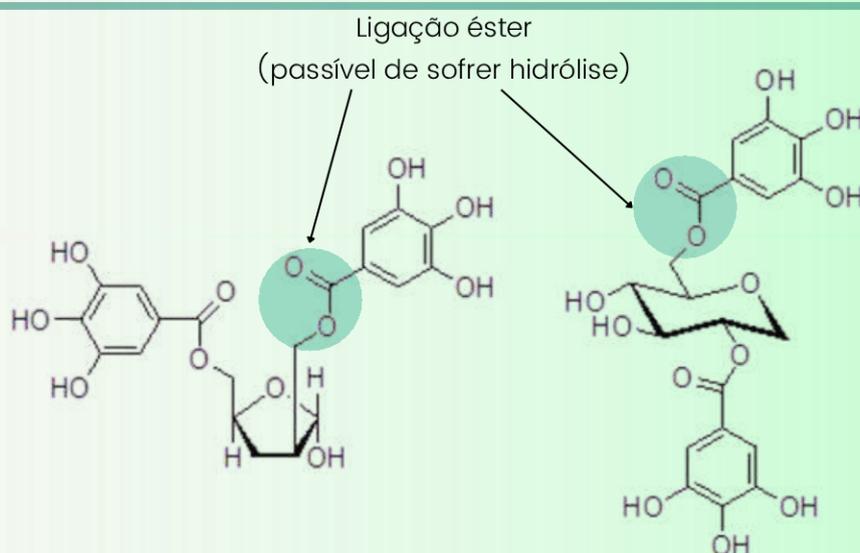


Figura 4: Estrutura química de taninos hidrolisáveis. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/taninos.html>. Acesso em 25 abr. 2023.

Devido às suas características, os taninos têm propriedade adstringente – cotidianamente, identificados a partir da sensação provocada pela precipitação de glicoproteínas salivares, reduzindo drasticamente o poder lubrificante da saliva.

EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE TANINOS

Teste de precipitação

Materiais necessários:

- 1 xícara de cascas secas dos frutos do romã;
- 250 mL de água;
- Solução de cloreto de sódio (sal de cozinha) a 10% (10g de soluto para um total de 100mL de solução);
- 1 folha de gelatina incolor ou 2g de gelatina incolor em pó;
- 1 tubo de ensaio;
- 1 Béquer.
- Funil com algodão para filtrar o chá.

Procedimentos:

1. Prepare a solução de gelatina misturando uma folha em meio copo (125 mL) de solução de sal de cozinha.
2. Prepare o decocto das cascas de romã (da mesma forma que o decocto de ginseng, descrito anteriormente).
3. Esfrie o decocto, filtre-o e adicione-o a um tubo de ensaio, até a metade do tubo. Em seguida, acrescente a solução de gelatina e observe.

Resultados esperados:

Poderemos observar que, quando em contato com a gelatina, o chá, rico em taninos, formará um precipitado. Isso acontecerá porque os taninos são substâncias capazes de precipitar proteínas, que é o principal constituinte da gelatina. Esse é o mesmo mecanismo de ação das plantas quando usadas como cicatrizante: os taninos precipitam as proteínas da pele e das mucosas, promovendo adstringência (figura 5).



Figura 5: Resultado esperado do teste de precipitação. Formação do precipitado.

Disponível em:

<https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/tanino/>. Acesso em: 13 de fev. 2024.

ALTERNATIVAS...

Uma opção para a realização do teste de precipitação, é a utilização de banana prata verde. A extração pode ser feita por meio da decocção da casca e polpa fatiadas.



Você Sabia?

- Os taninos estão sendo estudados como uma alternativa para substituir o sulfato de alumínio como coagulante. O sulfato de alumínio vem sendo associado à Doença de Alzheimer e outros problemas neurológicos, sendo a banana uma fonte sustentável do tanino para sua utilização no tratamento da água (Gerhardt, 2018).
- Na banana verde a concentração de taninos é maior, pois à medida que as bananas amadurecem, o teor de tanino diminui e torna-se parte da polpa.



CONTEXTUALIZANDO...

OS TANINOS



Os taninos possuem ação cicatrizante devido à sua propriedade adstringente, pois têm a capacidade de precipitar as proteínas da pele e das mucosas, formando compostos complexos e resistentes, facilitando a resolução da ferida.

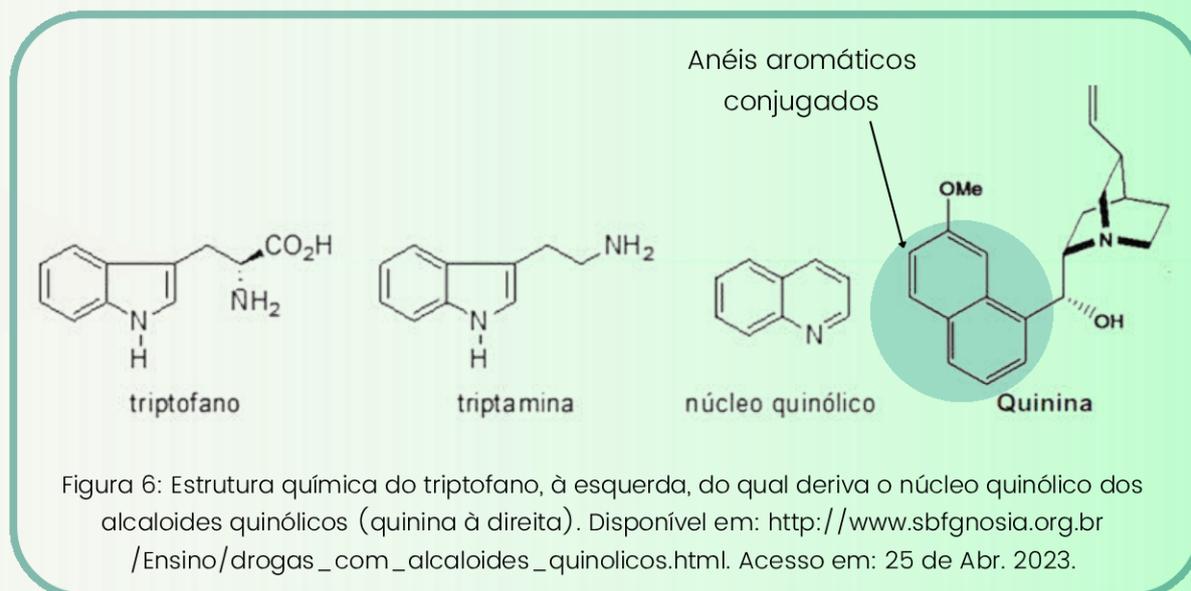
Além do seu efeito cicatrizante, possuem efeito antimicrobiano, antiinflamatório e protetor da mucosa gástrica (Nascimento, 2021).



Sua importância ecológica está na diminuição da taxa de predação e, conseqüentemente, no afastamento de predadores naturais por tornarem o vegetal pouco palatável. Inserindo aspectos farmacológicos complementares a esses fatos, pesquisas têm demonstrado a atividade biológica dos taninos frente a microrganismos específicos (Monteiro, 2005).

ALCALOIDES

Os alcaloides formam um grupo de substâncias nitrogenadas, de caráter básico, que são encontrados nas plantas combinadas a ácidos orgânicos (insolúveis em meio aquoso e solúveis em solventes orgânicos). Na forma de sais, a solubilidade é maior em solventes polares, como a água (Brandão, 2011). Os alcaloides quinólicos são derivados do triptofano e dentre eles destaca-se a quinina, metabólito secundário produzido pela quina (*Cinchona calisaya*), planta sulamericana (figura 6).



A quinina possui a capacidade de fluorescer sob luz negra, uma vez que possui dois anéis aromáticos em um sistema plano onde os elétrons se movem livremente, e é essa característica da molécula de quinina que vamos explorar no experimento.

EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE ALCALOIDE (QUININA)

Teste de fluorescência

Materiais necessários:

- 1 lata de água tônica;
- 1 lata de refrigerante de limão transparente e incolor;
- 200 mL de água filtrada;
- lâmpada de luz negra;
- três tubos de ensaio de 10 mL cada.

Procedimentos:

1. Adicione 5 mL de água filtrada no tubo 1.
2. Adicione 5 mL de água tônica no tubo 2.
3. Adicione 5 mL de refrigerante transparente no tubo 3.
4. Observe os tubos utilizando a luz ultravioleta.

Resultados esperados:

Espera-se observar que o tubo contendo a água tônica apresentará fluorescência azulada, enquanto os tubos contendo o refrigerante e a água não apresentarão fluorescência. Isso mostrará que uma substância fluorescente está presente, no caso a quinina, um alcaloide fluorescente que é adicionado à bebida na forma de sulfato de quinino, extraído da quina (Cinchona sp) (Sales, 2020) (figura 7).



Figura 7: Observação da fluorescência da quinina, presente na água tônica (tubo da direita).

VOCÊ SABIA...



... que consegue fazer luz negra usando o celular?

Saiba como fazer para usar o seu celular como uma alternativa mais viável e segura à lâmpada de luz negra!



Fazendo luz negra com o celular

Materiais necessários:

- Celular com recurso de lanterna;
- Fita adesiva transparente;
- Canetinhas permanentes azuis ou roxas (pode ser também canetas marca texto).

Procedimentos:

1. Coloque um pedaço pequeno de fita sobre a lanterna na parte traseira do celular;
2. Em seguida, pinte a fita com o marcador azul;
3. Depois de pintar, coloque uma nova fita adesiva sobre a primeira, com cuidado para não manchar ou borrar;
4. Com a nova fita posicionada, pinte novamente, agora de roxo (caso só tenha marcadores de uma cor, é possível repetir);
5. Repita os passos anteriores, alternando as cores, se possível;
6. Com as quatro camadas completas, então, a luz negra está pronta para teste!



CONTEXTUALIZANDO...

OS ALCALOIDES



Biologicamente, a quinina possui propriedades antipiréticas, antimaláricas e analgésicas. A substância extraída da casca da quina permitiu, desde meados do século XIX, o desenvolvimento de uma terapia eficaz no tratamento da malária.

Além dessas propriedades farmacológicas conferidas à quinina, outros alcaloides podem ser usados como, por exemplo:

- anti-inflamatórios (piperina);
- relaxantes musculares (curarina);
- anti-hipertensivos (reserpina);
- analgésicos de ação central (morfina);
- expectorantes (capsaicina).



Devido ao sabor amargo (conferido pela presença das aminas), são ecologicamente importantes contra insetos e animais predadores, deixando a planta pouco palatável.

ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são formados por uma mistura complexa de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas, quimicamente derivadas de terpenoides, na maioria das vezes. São voláteis devido a sua pequena massa molar, passando para o estado gasoso e se espalhando facilmente quando expostas ao ambiente (figura 8).

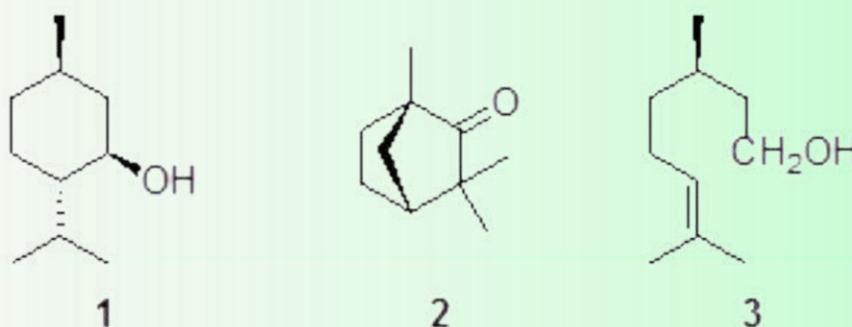


Figura 8: Estrutura química de derivados terpênicos presentes nos óleos essenciais.

Mentol (1), funchona (2) e citronelol (3). Disponível em:

http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/drogas_aromaticas.html. Acesso em: 25 Abr. 2023.

Os óleos essenciais são sintetizados em estruturas especializadas das plantas (tricomos glandulares, por exemplo) (figura 9). Isso permite a realização de experimentos sensoriais, ou seja, com a utilização dos sentidos (tato e olfato).

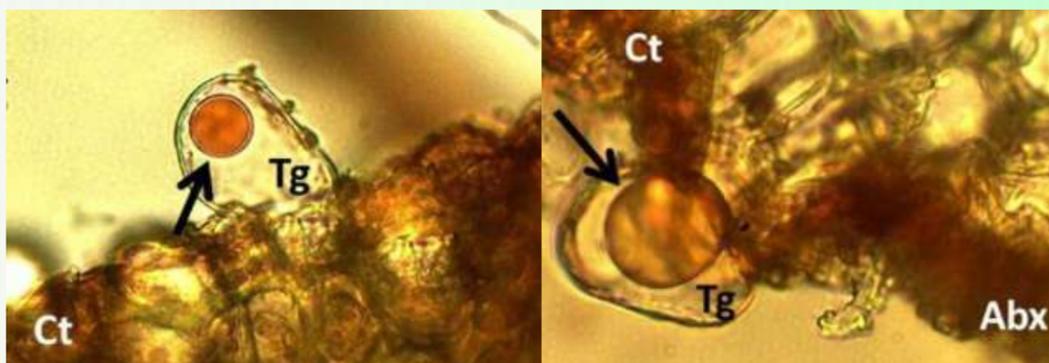


Figura 9: Fotomicrografias de tricomas glandulares (Tg). Abx: superfície abaxial; Ct: Cutícula; Setas: secreção lipofílica (Carréra, 2016).

Os óleos essenciais são imiscíveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como o etanol (Brandão, 2011). Isso torna a extração do óleo essencial simples e segura para o ambiente escolar, formando sistemas heterogêneos.

EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

Teste de extração

Materiais necessários:

- Folhas de capim-santo (Cymbopogon citratus) ou hortelã (Mentha spp.);
- 200 mL de álcool a 70%;
- 5 mL de água filtrada;
- Papel alumínio;
- Frasco de vidro, tubo de ensaio, conta gotas, xícara de chá.

Procedimentos:

1. Adicione $\frac{1}{4}$ de xícara de chá de plantas frescas cortadas em fragmentos no frasco de vidro.
2. Adicione álcool 70% até cobrir as folhas. Cubra o frasco com papel alumínio e deixe em repouso por 24 horas.
3. Retire o líquido com o conta-gotas e coloque em um tubo de ensaio. Deixe a mistura em repouso por uma hora e verifique, após este prazo, a formação de uma parte insolúvel na água, que são os óleos essenciais.
4. Goteje água filtrada no tubo de ensaio até a formação de um anel superior, constituído de óleo essencial.

Resultados esperados:

Espera-se observar que, ao gotejar a água filtrada no tubo de ensaio, o anel que se formará na parte superior do tubo não vai se misturar com o restante da solução aquosa por se tratar de um óleo. Isso mostrará que o óleo essencial foi extraído das plantas e se separou da água (figura 10).



Figura 10: Demonstração da presença de parte insolúvel na mistura de água e óleo essencial. Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/oleos-essenciais/>. Acesso em 13 Fev. 2024.

Teste sensorial

Materiais necessários:

- Folhas de hortelã (Mentha spp.)

Procedimentos:

1. Observe a textura, cor e presença de cheiro em uma folha de hortelã.
2. Esfregue a folha com os dedos e observe o que aconteceu com a folha.
3. Observe agora os seus dedos. Verifique se mudou alguma sensação (textura, cheiro, cor, etc.).
4. Depois de 10 minutos, observe novamente os dedos e compare com a observação anterior.

Resultados esperados:

Espera-se observar que as folhas do hortelã possuem características como textura aveludada, coloração verde bandeira e cheiro característico (figura 11). Ao esfregar a folha, os dedos tendem a ficar com coloração levemente esverdeada, textura oleosa e cheiro de hortelã, que vai saindo à medida que o tempo passa. Isso mostrará que o cheiro está relacionado à uma substância de caráter oleoso, e que a substância é volátil.



Figura 11: Folhas frescas de hortelã.

CONTEXTUALIZANDO...

OS ÓLEOS ESSENCIAIS



Os óleos essenciais possuem ação antioxidante e antimicrobiana, sendo utilizados como aditivos naturais em alimentos. São utilizados também como carminativos (contra gases), expectorantes, antissépticos, antiinflamatórios e repelentes (Souza, 2020).



Os terpenos apresentam ação inseticida, antimicrobiana, antioxidante, entre outras, principalmente por agirem interrompendo etapas de síntese fundamentais de metabólitos presentes nos organismos. Isso confere aos óleos essenciais o potencial como agentes biológicos naturais, no combate a diversas doenças causadas por microrganismos, patogênicos e fitopatogênicos (Silva, 2017).

Além disso, os óleos essenciais são importantes para atrair polinizadores e animais dispersores, importante função para garantir o sucesso reprodutivo das plantas.

MUCILAGENS

As mucilagens são substâncias formadas por longas cadeias de açúcares, que formam polímeros (ficam unidas entre si). Os polissacarídeos são gerados pela polimerização de açúcares simples e apresentam massa molar considerável. Apresentam em suas cadeias carbônicas vários grupamentos hidroxila, que possuem afinidade pela água (figura 12).

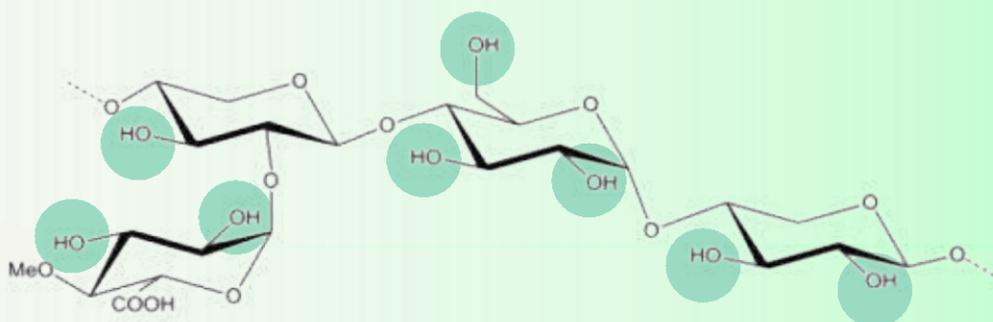


Figura 12: Exemplo da estrutura polimérica das mucilagens. Destaque para os grupamentos hidroxila (RAMOS, 2013).

As mucilagens, ao terem a capacidade de absorver água, aumentando seu volume, possuem uma propriedade que chamamos de reológica. Elas formam um gel, pois seguram as moléculas de água entre as cadeias de polissacarídeo.

EXPERIMENTOS PARA EVIDENCIAÇÃO DE MUCILAGENS

Teste de expansão

Materiais necessários:

- 2 colheres de café de semente de linhaça (*Linum usitatissimum*) ;
- Água filtrada;
- 1 tubo de ensaio;
- Régua;
- Caneta permanente.

Procedimentos:

1. Coloque as sementes de linhaça no tubo de ensaio.
2. Adicione água na quantidade correspondente ao dobro do volume das sementes. Anotar a altura, em centímetros, das sementes e da água dentro do tubo.
3. Agite o tubo por um minuto.
4. Deixe as sementes precipitarem para o fundo do tubo e verifique novamente a altura, em centímetros, das sementes e da água. Marque a altura das sementes no tubo com uma caneta permanente. Repetir a operação por quatro vezes, durante 20 minutos e anotar os volumes.
5. Deixe a mistura de água e sementes em repouso por 24 horas. Após o tempo, verificar os volumes de água e das sementes. Marque com a caneta permanente, o volume das sementes.

Resultados esperados:

Observe que após as 24 horas de repouso, as sementes ficaram entumescidas (inchadas) aumentando o volume. Isto ocorreu porque as mucilagens foram capazes de absorver a água do tubo e expandir o seu volume (figura 13).



Figura 13: Sementes de linhaça quando colocadas em água (à esquerda) e sementes de linhaça entumescidas após 24h (à direita).

CONTEXTUALIZANDO...



AS MUCILAGENS



As mucilagens agem como hidratante e laxante, protegendo a pele e as mucosas e estimulando os movimentos peristálticos do intestino por aumentarem o volume do bolo fecal (Brandão, 2011).



As mucilagens possuem grande importância para as plantas, desempenhando funções como (Rocha, 2011):

- proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento;
- retenção de água;
- reserva de carboidratos;
- redução da transpiração;
- proteção contra radiação dispersando ou refletindo a luz incidente;
- lubrificante do ápice das raízes;
- captura de insetos em plantas insetívoras;
- adesivo na dispersão de sementes;
- regulação da germinação de sementes

AGRADECIMENTOS



Projeto de Extensão Dimensões – SIEX 404313

BIBLIOGRAFIA

BRANDÃO, Maria das Graças Lins; ALMEIDA, Juliana Morais Amaral de. **Ensinando sobre plantas medicinais na escola**. Belo Horizonte: Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, Dataplant, 2011. 52 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 03 fev. 2023.

CASTEJON, Fernanda Vieira. **Taninos e Saponinas**. Seminários Aplicados do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FUMAGALI, Elisângela et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia** [online]. 2008, v. 18, n. 4, pp. 627-641. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000400022>. Acesso em: 7 set. 2022.

GERHARDT, Crístofer M. **Uma alternativa de substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de água potável**, Porto Alegre RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química. 2018. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/193971>. Acesso em: 24 Fev. 2024.

KAISER, S.; PAVEI, C.; ORTEGA, G. G.. Estudo da relação estrutura-atividade de saponinas hemolíticas e/ou imunoadjuvantes mediante uso de análise multivariada. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, n. 3, p. 300–309, jun. 2010.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. *Em Farmacognosia: da planta ao medicamento*; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MONTEIRO, J. M., ALBUQUERQUE, U. P. de, ARAÚJO, E. de L., & AMORIM E. L. C. de. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, 28(5), 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Acesso em: 7 set. 2022.

NASCIMENTO, . I. J. R. do .; JESUS, H. S. de .; ALVIM, H. G. de O. . USO DOS TANINOS PROVENIENTES DO BARBATIMÃO PARA CICATRIZAÇÃO DE FERIMENTOS. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos* , Brasil, São Paulo, v. 4, n. 8, p. 201–212, 2021. DOI: 10.5281/zenodo.4630783. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/228>. Acesso em: 24 fev. 2024.

RAMOS, S. C. F. *Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (Salviahispanica L.): desenvolvimento de novas aplicações culinárias*. 2013. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; MACHADO, S. R.. Estruturas secretoras de mucilagem em *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae): distribuição, caracterização morfoanatômica e histoquímica. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 4, p. 751–763, out. 2011.

SALES, Adriana Lucena de. Fluorescência: em busca de um aprendizado mais dinâmico e compreensível. In: VOIGT, Carmen Lúcia (org.). *Atividades de ensino e de pesquisa em química 2*. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p. 27-34.

SILVA, Vanessa P. da. *Atividades biológicas de óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae*. 2017. 78f. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2017.

SOUZA, E. M. de; SANTOS, P. H. C.; PEIXOTO, A. R.; COCOZZA, F. D. M.; CARNEIRO NETO, T. F. de S. Óleos essenciais de plantas medicinais: produção e tratamentos de doenças respiratórias (comorbidades) na prevenção aos sintomas da COVID-19. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 13, 2020. DOI: 10.33240/rba.v15i4.23293. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23293>. Acesso em: 25 fev. 2024.

APÊNDICE E - Mapa Conceitual

MAPA CONCEITUAL

Metabolismo secundário
das plantas



Produto do TCM de Naiara do N. S. Zanetti
Orientador: Prof. Dr. Rafael P. Vieira
UFMG - 2024

Os mapas conceituais podem ser uma ferramenta pedagógica importante para a fixação de conteúdos, estabelecimento de relações entre conceitos, organização de ideias para a construção do entendimento e verificação da aprendizagem.

Uma das grandes dificuldades no processo de ensino-aprendizagem é a formação dos conceitos científicos. Porém, um grande equívoco da educação é condicionar a compreensão dos conceitos à definição dos mesmos. A expressão verbal da definição não representa a complexidade da compreensão quando consideramos que, para que haja a total compreensão do conceito, é necessário aplicá-lo, ou seja, contextualizar estabelecendo relações com situações do cotidiano dos alunos (Carabetta, 2013).

A construção de mapas conceituais que buscam estabelecer relações entre os conceitos, suas definições e suas aplicações, de forma contextualizada e relacionada à estratégia de ensino utilizada para o ensino dos conteúdos relacionados, pode ser uma ferramenta avaliativa do processo de ensino-aprendizagem complementar, ou até mesmo mais eficaz, que as avaliações tradicionais.

Este material foi preparado como ferramenta pedagógica para fixação ou avaliação qualitativa sobre o metabolismo secundário das plantas, um conteúdo que aborda a bioquímica e a botânica, duas áreas da biologia em que os alunos apresentam certa dificuldade na compreensão dos conceitos, inviabilizando a utilização do processo avaliativo tradicional.

Espero que este material seja uma ferramenta facilitadora do processo de ensino-aprendizagem para o aluno e uma ferramenta poderosa de avaliação da compreensão e aplicação dos conceitos envolvidos.

Para a utilização deste material em sala de aula, o(a) professor(a) deve preparar o painel de montagem do mapa conceitual anteriormente, de forma a levá-lo pronto para a dinâmica de montagem com os alunos durante a aula.

Visto isso, esse material encontra-se dividido em duas partes:

- Fichas para montagem do painel pelo(a) professor(a): deverão ser impressas com antecedência para a montagem do painel onde será montado o mapa conceitual;
- Fichas para os alunos: deverão ser impressas, recortadas e disponibilizadas aos alunos no momento da aula após a orientação da dinâmica.

O painel montado pelo(a) professor(a) e as fichas para os alunos poderão ser plastificadas (a critério do(a) professor(a)) para maior durabilidade do material e utilização em outras turmas.

1º passo: Montagem do painel

O(a) professor(a) deverá montar o painel conforme o modelo apresentado na página 07. Abaixo de cada ficha, fica a critério do(a) professor(a), colocar um papel da mesma cor da ficha (conforme o modelo). O painel poderá ser montado em folhas de cartolina unidas entre si (caso o(a) professor(a) queira utilizar o material em outras turmas) ou em um painel fixo na própria sala de aula.

2º passo: Dinâmica de montagem do mapa conceitual

Após trabalhar o tema com os alunos em aulas anteriores, o(a) professor(a) levará as fichas, que serão dispostas sobre uma mesa ou bancada no centro ou na frente da sala. As fichas deverão estar embaralhadas. Os alunos serão divididos em grupos (a critério do(a) professor(a)) e, alternadamente, cada grupo vai à mesa e escolhe uma ficha que deverá ser posicionada no painel. O(a) professor(a) deve observar e verificar se a ficha foi corretamente posicionada ou não, mas não deve falar aos alunos.

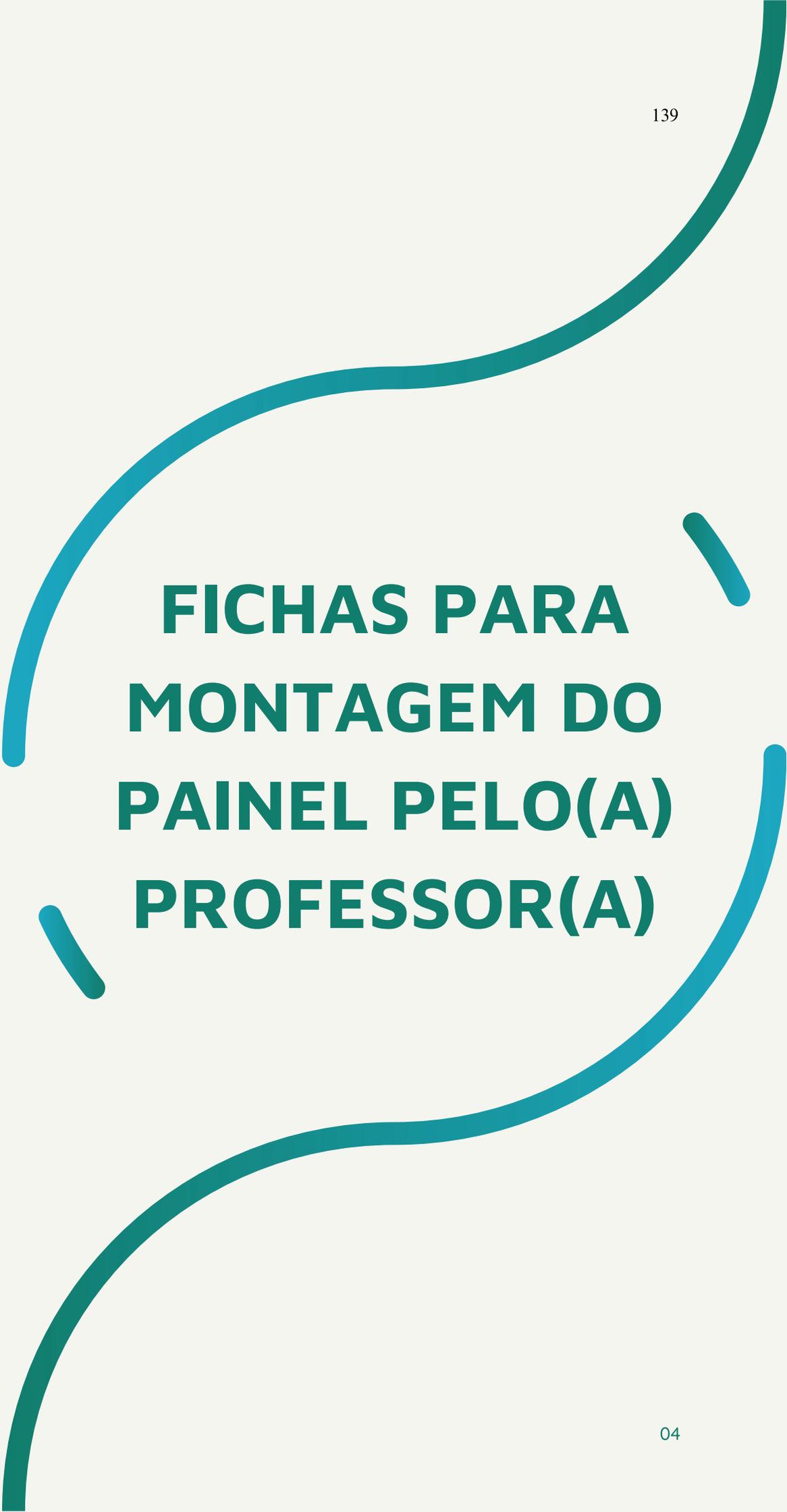
O próximo grupo poderá reposicionar a ficha do grupo anterior (caso o grupo julgue que a ficha foi posicionada errada) ou pegar uma nova ficha e posicioná-la no painel. Essa dinâmica continua até que todas as fichas sejam posicionadas no painel.

O(a) professor(a), durante o desenvolvimento da dinâmica, observa se os alunos estão posicionando as fichas corretamente ou não, e vai registrando os conceitos que os alunos apresentaram maior dificuldade.

No final da dinâmica toda a turma é convidada a avaliar o painel e verificar se há algum erro ou equívoco com relação à algum conceito, definição, aplicação ou imagem relacionados.

É importante que o(a) professor(a) deixe que os alunos discutam entre si, fazendo questionamentos que estimulem a discussão para que os alunos possam usar o que foi trabalhado nas aulas anteriores para argumentar e sustentar seus posicionamentos.

No final da dinâmica o(a) professor(a) poderá fixar o painel na sala de aula, em outro espaço da escola ou registrar, por meio de foto, o painel finalizado, disponibilizando aos alunos para que possam utilizá-lo como ferramenta de estudo e revisão dos conceitos trabalhados.



**FICHAS PARA
MONTAGEM DO
PAINEL PELO(A)
PROFESSOR(A)**

METABOLISMO DAS PLANTAS

PRIMÁRIO

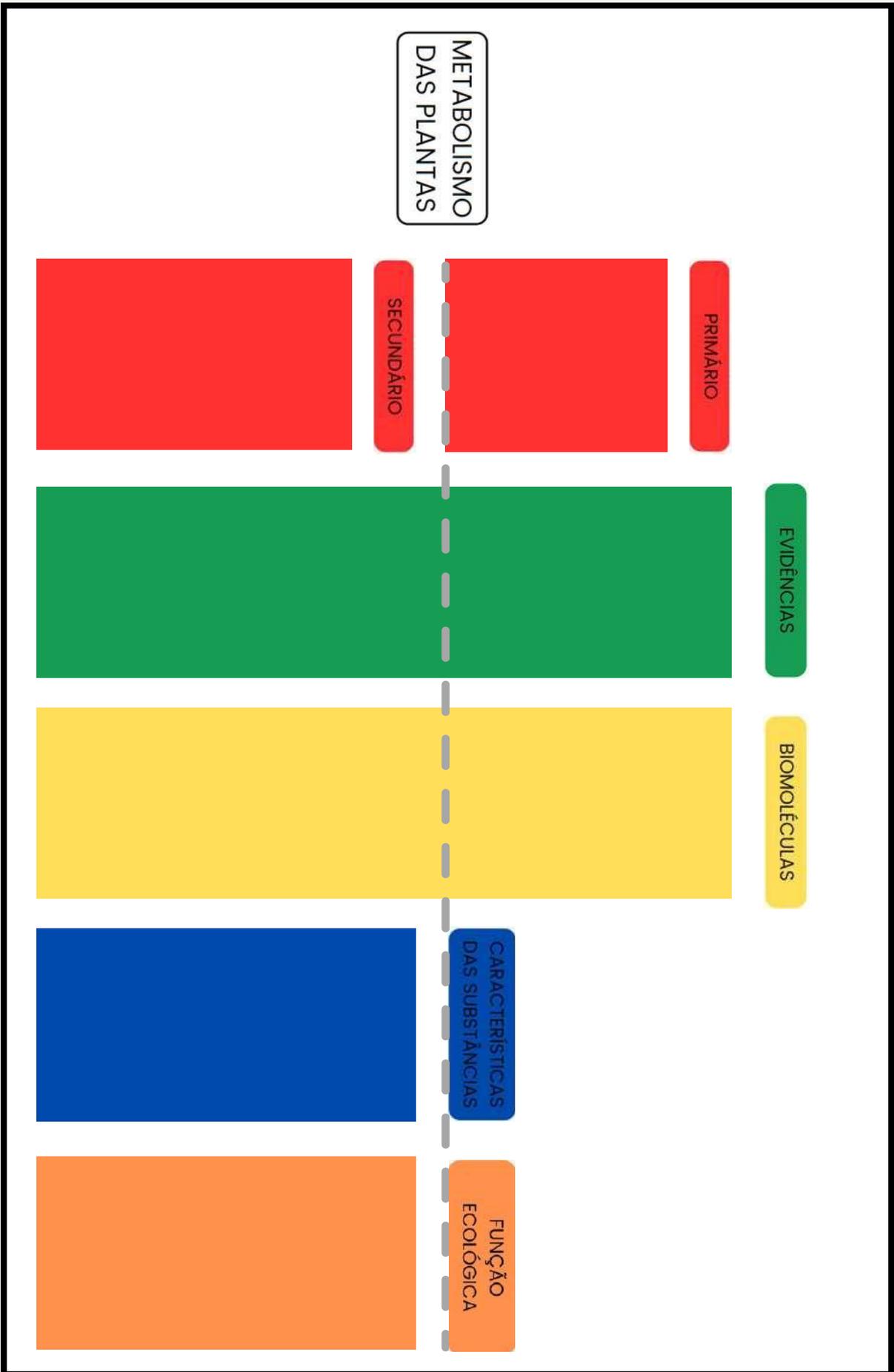
SECUNDÁRIO

EVIDÊNCIAS

BIOMOLÉCULAS

**CARACTERÍSTICAS
DAS SUBSTÂNCIAS**

**FUNÇÃO
ECOLÓGICA**



Modelo para montagem do painel onde os alunos irão montar o mapa conceitual

FICHAS PARA OS ALUNOS

PROCESSOS BIOQUÍMICOS
COMPLEXOS

LIBERAÇÃO DE BOLHAS

GÁS CARBÔNICO

OXIGÊNIO

ALCALOIDES (quinina)

ÓLEOS ESSENCIAIS

SAPONINAS

AROMA

VOLATILIDADE

FORMAÇÃO DE ESPUMA

FLUORESCÊNCIA

REAÇÕES QUE ACONTECEM PARA
PRODUZIR SUBSTÂNCIAS ESPECÍFICAS,
QUE PODEM SER DIFERENTES ENTRE AS
PLANTAS

REAÇÕES QUE ACONTECEM PARA
PRODUZIR SUBSTÂNCIAS COMUNS A
QUASE TODAS AS PLANTAS

PROPRIEDADE DETERGENTE E
EMULSIFICANTE, COM CARÁTER
ANFIFÍLICO

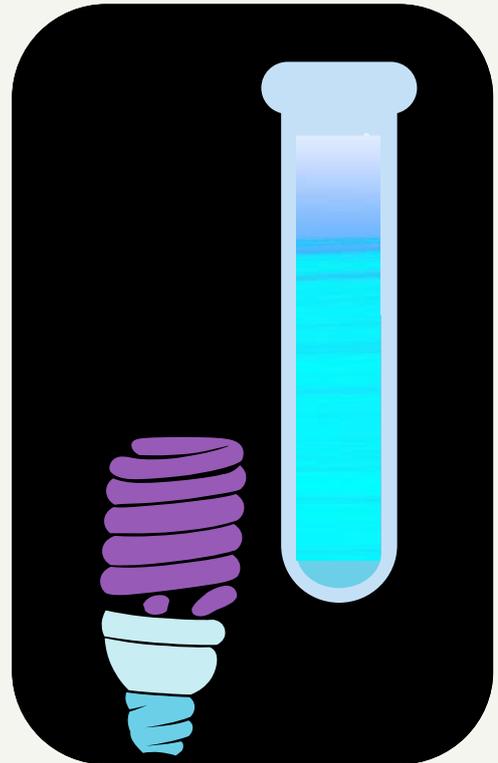
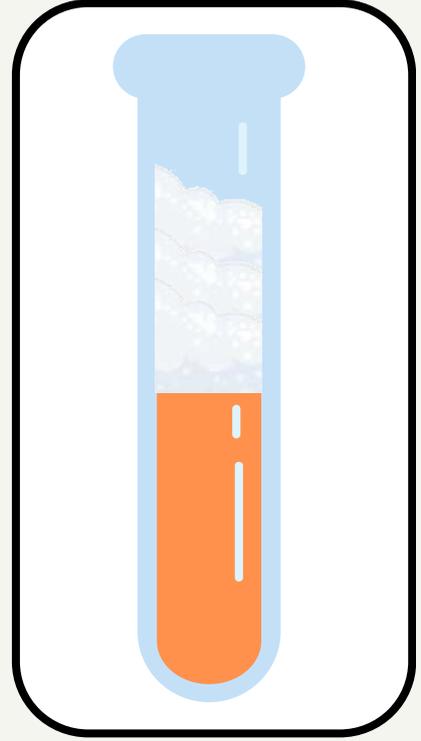
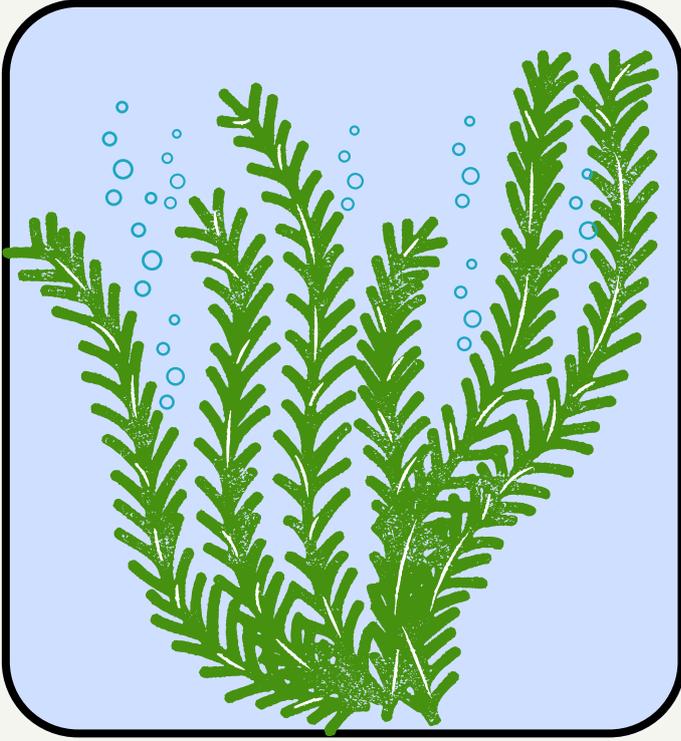
SUBSTÂNCIAS VOLÁTEIS, AROMÁTICAS E LIPOFÍLICAS

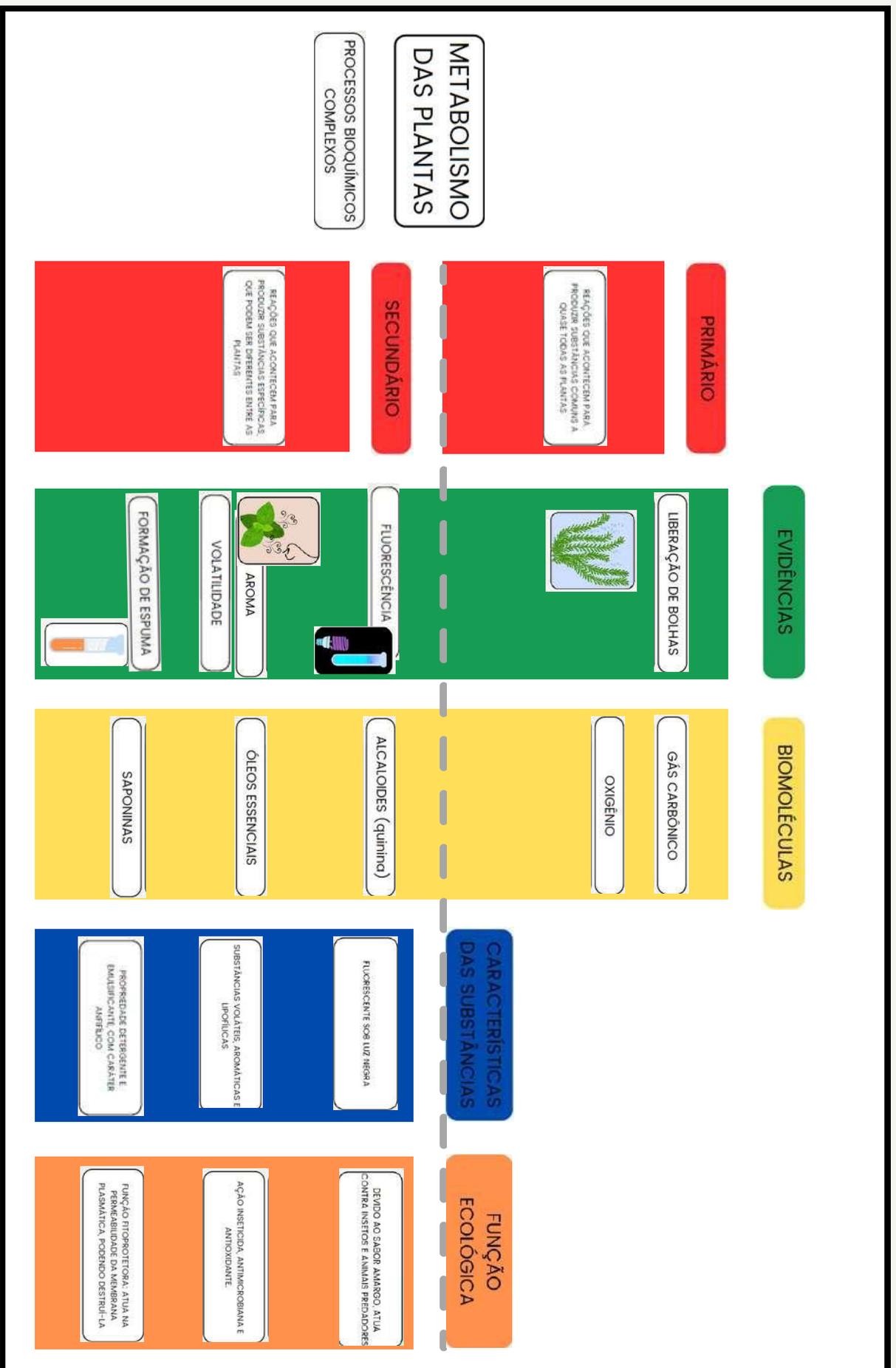
FLUORESCENTE SOB LUZ NEGRA

DEVIDO AO SABOR AMARGO, ATUA CONTRA INSETOS E ANIMAIS PREDADORES

FUNÇÃO FITOPROTETORA: ATUA NA PERMEABILIDADE DA MEMBRANA PLASMÁTICA, PODENDO DESTRUÍ-LA

AÇÃO INSETICIDA, ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE.





Gabarito do painel finalizado.

Além deste material, está disponível também, para você professor(a), uma Sequência Didática Investigativa (SDI) e um Manual de Atividades Experimentais.

Visite também a página do Clube de Ciências Sapiens no Instagram (@clubedeciencias.sapiens) e fique por dentro de diversos assuntos e sugestões de temas para trabalhar com seus alunos. As postagens são contextualizadas e preparadas para serem utilizadas como ferramenta de aprendizagem. Use!! Aproveite e deixe sua opinião, comentário, sugestões e elogios!

AGRADECIMENTOS:



Projeto de Extensão Dimensões - SIEX 404313

BIBLIOGRAFIA

CARABETTA JÚNIOR, V.. A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 37, n. 3, p. 441–447, jul. 2013.

APÊNDICE F - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)

(Em atendimento à Resolução CNS 466/12)

Olá, estudante! Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA BASEADA EM EVIDÊNCIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO”, projeto de responsabilidade do Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira, docente da Universidade Federal de Minas Gerais e orientador no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, no qual Naiara do Nascimento Santiago Zanetti, professora de Biologia, Mestranda. O projeto será conduzido na Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, em Belo Horizonte, Minas Gerais, e é parte das exigências para a Profa. Naiara obter o título de Mestre.

As plantas são organismos essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Realizam processos metabólicos primários, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento dos organismos; e secundários, que desempenham um importante papel para a adaptação e evolução das plantas aos mais diversos ambientes, sendo importantes para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aos quais estão inseridos. A Botânica e a Bioquímica, dentro da Biologia, são áreas importantes para a compreensão de diversos conceitos e processos que, quando bem contextualizados e trabalhados a partir de uma abordagem investigativa, possibilitam uma integração com a realidade do aluno, promovendo uma aprendizagem significativa. O estudo da biossíntese dos metabólitos secundários permite estabelecer uma integração entre as áreas da Botânica e Bioquímica de forma a estabelecer de forma eficiente uma aprendizagem que envolva os domínios conceitual, epistêmico e social quando realizada a partir de uma abordagem investigativa baseada em evidências e contextualização. Utilizando experimentos com materiais simples e de fácil acesso e uma abordagem etnobotânica para a contextualização das evidências, os estudantes poderão formular hipóteses e construir o entendimento sobre os metabólitos secundários das plantas, sua importância para a própria planta e sua utilização pelo ser humano em situações cotidianas e de saúde.

Caso você concorde participar da pesquisa, vamos fazer as seguintes atividades: será apresentada uma sequência didática investigativa formada por cinco aulas divididas da seguinte forma: a) Aula 1: apresentação do tema e pergunta norteadora. Abordagem etnobotânica: conversa com os estudantes sobre como seus pais e avós utilizam as plantas para tratar alguma enfermidade e a forma como as utilizam para tal finalidade. “Tudo que é natural não faz mal?” Serão apresentadas manchetes de jornal e reportagens sobre casos de

intoxicação por ingestão de plantas, medicamentos produzidos a partir das plantas, plantas venenosas ou utilizadas para produção de venenos como o curare, etc. Serão levantadas as seguintes questões: “Por que isso acontece?”, “O que diferencia uma planta da outra?”, “Como a biodiversidade está relacionada a isso?”. Instigar os estudantes a pensarem a nível microscópico e submicroscópico a respeito das diferentes substâncias presentes nas plantas. A partir disso questionar: “Como as plantas produzem essas substâncias?”, que será a pergunta norteadora para a introdução do metabolismo primário e secundário das plantas. b) Aula 2: metabolismo primário x metabolismo secundário - levantamento de hipóteses para os questionamentos anteriores. c) Aula 3: Como podemos identificar algumas substâncias produzidas pelas plantas? - Para comprovar ou refutar as hipóteses levantadas pelos alunos, serão propostos experimentos para evidenciar alguns metabólitos secundários. Os experimentos serão realizados pelos alunos, sob a orientação da professora, que os dividirão em quatro grupos para realização das práticas investigativas, sem que saibam o tipo de substância que evidenciarão. Prática investigativa 1: experimento para evidenciar saponinas; prática investigativa 2: experimento para evidenciar taninos; prática investigativa 3: experimento para evidenciar óleos essenciais; prática investigativa 4: experimento para evidenciar alcalóide (fluorescência). Os dados serão anotados e as evidências observadas e registradas. Os experimentos que demandam tempo para realização e reação, serão observados na aula seguinte e os dados e evidências devidamente

registrados. d) Aula 4: Que substância sou eu? - As características das substâncias analisadas serão apresentadas aos alunos. - Os alunos irão cruzar as informações (dados e evidências coletadas a partir dos experimentos; e as informações sobre as substâncias) e deverão estabelecer conexões entre elas, para que possam identificar a substância evidenciada em cada experimento. e) Aula 5: Conclusão e discussão.

A sua participação na pesquisa é voluntária e ocorrerá durante as aulas de Biologia, por meio de preenchimento de questionários, além da participação e realização da sequência didática descrita acima. Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que você já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização e consistem na possibilidade de constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e prejuízo em notas recebidas na escola. Os responsáveis pela pesquisa estão atentos para minimizar esses riscos e, por isso, os(as) estudantes não receberão nenhuma nota vinculada às atividades deste projeto e terão todo o apoio do professor de Biologia para esclarecimento de dúvidas. Todo o monitoramento do trabalho é proposto de maneira ética e

será previamente discutido com os(as) estudantes e responsáveis, com contínua informação sobre as etapas do projeto. A pesquisa ajudará a aproximar o entendimento da Bioquímica no contexto escolar. A SEI produzida, bem como o material complementar de apoio e o artigo científico, contribuirão para que outros(as) estudantes e professores(as), de outras localidades, possam também aprender mais sobre a Bioquímica. Os riscos decorrentes de acidentes durante a prática no laboratório, serão minimizados com o acompanhamento direto do professor, que seguirá todas as normas de biossegurança.

Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum custo, mas também não receberá qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito a indenização.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador executor e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora executora por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, a pesquisadora avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Prof^ª. Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

Eu, _____,
portador(a) do documento de identidade nº _____, declaro que:

	SIM	NÃO
Concordo em participar desta pesquisa		
Concordo com o uso da minha imagem durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens obtidas por mim para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido, assinado por mim e pela pesquisadora executora		

_____, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do responsável pelo participante: _____

Assinatura do pesquisador executor: _____

Pesquisador Executor: Mestranda Naiara do Nascimento Santiago Zanetti
Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO
Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901
Belo Horizonte - MG, Brasil.
Fone: (31) 3409 2639 – E-mail: naiarazanetti@ufmg.br

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Departamento de Bioquímica e Imunologia.
Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901
Belo Horizonte - MG, Brasil.
Fone: (31) 3409 2639 – E-mail: vieirarp@icb.ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG
Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005
Telefone: (031)3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br
Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

APÊNDICE G - Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE)

(Em atendimento à Resolução CNS 466/12)

O(a) menor _____

sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA BASEADA EM EVIDÊNCIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO”, projeto de responsabilidade do Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira, docente da Universidade Federal de Minas Gerais e orientador no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, no qual Naiara do Nascimento Santiago Zanetti, professora de Biologia, Mestranda. O projeto será conduzido na Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, em Belo Horizonte, Minas Gerais, e é parte das exigências para a Prof^a. Naiara obter o título de Mestre.

As plantas são organismos essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Realizam processos metabólicos primários, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento dos organismos; e secundários, que desempenham um importante papel para a adaptação e evolução das plantas aos mais diversos ambientes, sendo importantes para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aos quais estão inseridos. A Botânica e a Bioquímica, dentro da Biologia, são áreas importantes para a compreensão de diversos conceitos e processos que, quando bem contextualizados e trabalhados a partir de uma abordagem investigativa, possibilitam uma integração com a realidade do aluno, promovendo uma aprendizagem significativa. O estudo da biossíntese dos metabólitos secundários permite estabelecer uma integração entre as áreas da Botânica e Bioquímica de forma a estabelecer de forma eficiente uma aprendizagem que envolva os domínios conceitual, epistêmico e social quando realizada a partir de uma abordagem investigativa baseada em evidências e contextualização. Utilizando experimentos com materiais simples e de fácil acesso e uma abordagem etnobotânica para a contextualização das evidências, os estudantes poderão formular hipóteses e construir o entendimento sobre os metabólitos secundários das plantas, sua importância para a própria planta e sua utilização pelo ser humano em situações cotidianas e de saúde.

Caso você concorde com a participação do(a) menor, vamos fazer as seguintes atividades: será apresentada uma sequência didática investigativa formada por cinco aulas divididas da seguinte forma: a) Aula 1: apresentação do tema e pergunta norteadora. Abordagem etnobotânica: conversa com os estudantes sobre como seus pais e avós utilizam as

plantas para tratar alguma enfermidade e a forma como as utilizam para tal finalidade. “Tudo que é natural não faz mal?” Serão apresentadas manchetes de jornal e reportagens sobre casos de intoxicação por ingestão de plantas, medicamentos produzidos a partir das plantas, plantas venenosas ou utilizadas para produção de venenos como o curare, etc. Serão levantadas as seguintes questões: “Por que isso acontece?”, “O que diferencia uma planta da outra?”, “Como a biodiversidade está relacionada a isso?”. Instigar os estudantes a pensarem a nível microscópico e submicroscópico a respeito das diferentes substâncias presentes nas plantas. A partir disso questionar: “Como as plantas produzem essas substâncias?”, que será a pergunta norteadora para a introdução do metabolismo primário e secundário das plantas. b) Aula 2: metabolismo primário x metabolismo secundário - levantamento de hipóteses para os questionamentos anteriores. c) Aula 3: Como podemos identificar algumas substâncias produzidas pelas plantas? - Para comprovar ou refutar as hipóteses levantadas pelos alunos, serão propostos experimentos para evidenciar alguns metabólitos secundários. Os experimentos serão realizados pelos alunos, sob a orientação da professora, que os dividirão em quatro grupos para realização das práticas investigativas, sem que saibam o tipo de substância que evidenciarão. Prática investigativa 1: experimento para evidenciar saponinas; prática investigativa 2: experimento para evidenciar taninos; prática investigativa 3: experimento para evidenciar óleos essenciais; prática investigativa 4: experimento para evidenciar alcalóide (fluorescência). Os dados serão anotados e as evidências observadas e registradas. Os experimentos que demandam tempo para

realização e reação, serão observados na aula seguinte e os dados e evidências devidamente registrados. d) Aula 4: Que substância sou eu? - As características das substâncias analisadas serão apresentadas aos alunos. - Os alunos irão cruzar as informações (dados e evidências coletadas a partir dos experimentos; e as informações sobre as substâncias) e deverão estabelecer conexões entre elas, para que possam identificar a substância evidenciada em cada experimento. e) Aula 5: Conclusão e discussão.

Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que o(a) menor já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização e consistem na possibilidade de constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e prejuízo em notas recebidas na escola. Os responsáveis pela pesquisa estão atentos para minimizar esses riscos e, por isso, os(as) estudantes não receberão nenhuma nota vinculada às atividades deste projeto e terão todo o apoio do professor de Biologia para esclarecimento de dúvidas. Todo o monitoramento do trabalho é proposto de maneira ética e será previamente

discutido com os(as) alunos(as) e responsáveis, com contínua informação sobre as etapas do projeto. A pesquisa ajudará a aproximar o entendimento da Bioquímica e Botânica no contexto escolar. A SEI produzida, bem como o material complementar de apoio e o artigo científico, contribuirão para que outros(as) estudantes e professores(as), de outras localidades, possam também aprender mais sobre a Bioquímica e a Botânica. Os riscos decorrentes de acidentes durante a prática no laboratório, serão minimizados com o acompanhamento direto do professor, que seguirá todas as normas de biossegurança.

Ao participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, mas também não receberão qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, o(a) menor e você têm assegurado o direito a indenização.

O(a) menor terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou não da pesquisa. Você, como responsável pelo(a) menor, poderá retirar seu consentimento e interromper a participação a qualquer momento. Mesmo que você concorde agora em deixá-lo(a) participar, você pode voltar atrás e suspender a participação a qualquer momento. A participação do(a) estudante é voluntária e o fato de não participar não trará qualquer penalidade ou mudança na forma em que o(a) estudante é atendido(a); ele(a) participará de todas as atividades de ensino, parte de sua formação no segundo ano do Ensino Médio, mas seus dados não serão considerados para esta pesquisa se você não estiver de acordo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do(a) menor não será liberado sem a sua permissão explícita neste documento e o(a) menor não será identificado(a) em nenhum documento que possa comprometê-lo(a) de qualquer forma.

Em caso de você vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no documento de consentimento, têm direito a solicitar indenização, por meios legais, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador executor e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador executor por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução

nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Profª. Naiara do Nascimento Santiago Zanetti

Eu, _____, portador(a)
do documento de identidade nº _____, declaro que:

	SIM	NÃO
Concordo em participar desta pesquisa		
Concordo com o uso da minha imagem durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens obtidas por mim para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido, assinado por mim e pela pesquisadora executora		

_____, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do participante, pai ou responsável: _____

Assinatura do pesquisador executor: _____

Pesquisador Executor: Mestranda Naiara do Nascimento Santiago Zanetti
Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO
Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901
Belo Horizonte - MG, Brasil.
Fone: (31) 3409 2639 – E-mail: naiarazanetti@ufmg.br

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Departamento de Bioquímica e Imunologia.
Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901
Belo Horizonte - MG, Brasil.
Fone: (31) 3409 2639 – E-mail: vieirarp@icb.ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG
Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005
Telefone: (031)3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br
Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

ANEXO A - Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: METABOLISMO SECUNDÁRIO DE PLANTAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA BASEADA EM EVIDÊNCIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO

Pesquisador: Rafael Vieira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 70146323.0.0000.5149

Instituição Proponente: Departamento de Bioquímica e Imunologia da UFMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.184.583

Apresentação do Projeto:

Os autores do projeto relatam que a Biologia pode ser uma disciplina adorada ou temida pelos estudantes do ensino básico dependendo da forma como seus conceitos e processos são abordados e trabalhados em sala de aula, ou fora dela. Estabelecer uma conexão dos temas trabalhados com o cotidiano dos alunos, promovendo debates e explorando a experiência dos discentes, gera interesse e motivação para o processo de aprendizagem. Nesse sentido a Biologia é privilegiada, oferecendo muitas oportunidades para uma abordagem mais próxima à vivência de cada um, pois está intrínseca na vida de qualquer pessoa (SCARPA, 2018).

Articular o conhecimento científico e o exercício da cidadania para formação de cidadãos participativos, traduzindo-se em alfabetização científica, é função importante do professor de Biologia, promovendo a reflexão sobre as informações científicas recebidas por diferentes meios de comunicação. Além disso, esse processo permite que o aluno tenha condições de analisar criticamente essas informações, formando uma opinião com capacidade de argumentação. Para isso, é necessário que os professores de Biologia abandonem as abordagens instrucionais e puramente conceituais da Ciência, assumindo uma abordagem que possibilite a participação do aluno, na qual ele assume a posição de protagonista na construção do seu entendimento do processo científico (CARVALHO, 2011).

O ensino por investigação permite o engajamento dos estudantes em práticas relacionadas aos domínios conceitual, epistêmico e social, envolvidos na construção da aprendizagem significativa.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2ª Andar, Sala 2006, Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4502

E-mail: cep@pq.ufmg.br

Continuação do Projeto: R 164.583

A abordagem investigativa deve promover a articulação entre os três domínios, desenvolvendo a autonomia do discente através da ‘agência epistêmica’ – protagonismo envolvido no ensino por investigação (FRANCO, 2021). O que torna o ensino por investigação uma abordagem eficaz no processo de ensino e aprendizagem é o fato de envolver os estudantes em práticas como a elaboração de hipóteses, formulação de explicações, reflexão baseada em observação e dados, planejamento de experimentos, construção e análise de evidências; num processo de reavaliação constante de cada prática anterior a partir do surgimento de novas evidências e dados, e da comunicação e interação com os pares. Assim, segundo FRANCO & MUNFORD (2020) o conhecimento epistêmico só é realmente apropriado como prática epistêmica quando associado a práticas do domínio social.

O projeto é voltado para as áreas de Botânica e Bioquímica, uma vez que dentro da Biologia, são áreas importantes para a compreensão de diversos conceitos e processos que, quando bem contextualizados e trabalhados a partir de uma abordagem investigativa, possibilitam uma integração com a realidade do aluno, promovendo uma aprendizagem significativa. Os proponentes salientam que as plantas são organismos essenciais para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas do planeta. Realizam processos metabólicos primários, que são importantes para o crescimento e desenvolvimento dos organismos; e secundários, que desempenham um importante papel para a adaptação e evolução das plantas aos mais diversos ambientes, sendo importantes para a sobrevivência dos organismos nos ecossistemas aos quais estão inseridos. O estudo da biossíntese dos metabólitos secundários desses seres permite estabelecer uma integração entre as áreas da Botânica e Bioquímica de forma a estabelecer de forma eficiente uma aprendizagem que envolva os domínios conceitual, epistêmico e social quando realizada a partir de uma abordagem investigativa baseada em evidências e contextualização. Utilizando experimentos com materiais simples e de fácil acesso e uma abordagem etnobotânica para a contextualização das evidências, os estudantes poderão formular hipóteses e construir o entendimento sobre os metabólitos secundários das plantas, sua importância para a própria planta e sua utilização pelo ser humano em situações cotidianas e de saúde.

O projeto será desenvolvido pela discente Naiara do Nascimento Santiago Zanetti, no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na linha de pesquisa Organização e funcionamento dos Organismos, sob orientação do professor Dr. Rafael Pinto Vieira, docente do Departamento de Bioquímica e Imunologia, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, com a participação de 25 estudantes do 2º Ano do Ensino Médio da educação básica da Escola Estadual Professor Clóvis Salgado, localizada no município de Belo Horizonte. Possui como

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2006 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@pq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 8.184.583

objetivo geral possibilitar a percepção da Bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada, permitindo a aproximação do conhecimento científico do cotidiano dos estudantes utilizando estratégias metodológicas investigativas no desenvolvimento de materiais de apoio pedagógico ao professor de Biologia do Ensino Médio, contendo propostas de Sequências de Ensino Investigativo (SEI), abordando temáticas relacionadas à Bioquímica e Botânica, proporcionando uma aprendizagem significativa.

Ele envolve uma sequência didática formada por cinco aulas, quando serão coletados dados qualitativos sobre o desenvolvimento dos estudantes durante as atividades propostas. As habilidades desenvolvidas serão registradas e, após a aplicação da sequência didática, os estudantes realizarão uma autoavaliação sobre os conceitos e habilidades desenvolvidos nas aulas. Além da autoavaliação, os alunos serão submetidos a uma atividade avaliativa individual para a verificação da aprendizagem de forma quantitativa e qualitativa. Os resultados obtidos serão analisados e avaliados para verificação da eficácia da sequência didática aplicada, possíveis alterações e levantamento das potencialidades observadas para a utilização desses dados na confecção dos produtos previstos.

Espera-se que os produtos originados a partir deste projeto possam proporcionar situações de aprendizagem que permitam aos estudantes estabelecerem conexões de modo a ampliar o contato dos discentes com os conceitos e dimensões básicas trabalhadas na bioquímica (submicro, micro e macroscópico) de forma contextualizada, aproximando o conhecimento do cotidiano dos estudantes. Este caminho será proposto tendo como ponto de partida o metabolismo secundário das plantas e a variedade de substâncias produzidas e utilizadas como medicinais pelas suas propriedades bioquímicas que podem ser evidenciadas através de experimentações simples.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Possibilitar a percepção da Bioquímica aplicada aos processos metabólicos vegetais de forma contextualizada, permitindo a aproximação do conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.

Objetivo Secundário: Proporcionar situações de aprendizagem nas quais os estudantes se engajem em investigações sobre os metabólitos secundários das plantas. Discutir o metabolismo vegetal e a biossíntese das biomoléculas. Identificar as classes das principais biomoléculas e sua função para a planta. Incentivar práticas investigativas em Botânica e Bioquímica para comprovação de evidências por meio da experimentação. Utilizar estratégias metodológicas investigativas para a experimentação que promovam argumentação e alfabetização científica vinculada a uma

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2ª. Andar - Sala 2006 - Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO-HORIZONTE

Telefone: (31)3408-4582

E-mail: ccep@pq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 0.124.583

problematização. Permitir que os estudantes observem, colham, analisem, confrontem e expressem dados da sua experimentação, produzindo conhecimento científico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: O risco apresentado nesta pesquisa está associado ao constrangimento. No entanto, para evitá-lo, asseguramos que todas as informações coletadas, inclusive as imagens, serão mantidas exclusivamente sob domínio do pesquisador, assegurando-se a integridade do participante, já que as mesmas não estarão acessíveis ao domínio público. Para assegurar anonimato e confidencialidade das informações obtidas, o nome do participante não será revelado em nenhuma situação. Além disso, serão seguidas todas as normas de biossegurança durante a realização das práticas.

Benefícios: Os resultados dessa pesquisa poderão ajudar a melhorar o desenvolvimento de novas práticas e estratégias para o ensino de Biologia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto aprovado pelo Departamento de Bioquímica e Imunologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, com a justificativa de ser relevante, interdisciplinar e tratar de assuntos relacionados ao cotidiano da sociedade. Destacam também a importância no contexto do PROFBIÓ, por incluírem atividades que estimulam a discussão, se alinhando à abordagem investigativa, permitindo o protagonismo do aluno e buscando a facilitação da aprendizagem.

O projeto é voltado para o público-alvo de estudantes do ensino fundamental de nível médio de uma escola pública da rede estadual e não prevê uso de fontes secundárias de dados. O cronograma está bem formulado. Os aspectos éticos foram abordados adequadamente no projeto, com apresentação de TCLE e TALE.

Ao final da aplicação das atividades previstas, pretende-se elaborar e divulgar materiais de apoio pedagógico como Sequência de Ensino Investigativo (SEI), um vídeo e um aplicativo didático interativo sobre a temática trabalhada com o objetivo de ampliar o contato dos discentes com os conceitos de forma contextualizada, aproximando o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes. O vídeo e aplicativo farão parte do projeto de Extensão Dimensões (404313) e servirão como ferramentas para os docentes da educação básica, com o intuito de ampliar as ferramentas metodológicas disponíveis para uma aprendizagem significativa que possam ser utilizadas em sala de aula. Espera-se, ainda, publicar artigos em anais, congressos, revistas e jornais como forma de promover o incentivo do ensino por investigação na educação básica, uma vez que essa proposta

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 25. Andar - Sala 2006 - Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.279-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31) 3409-4502

E-mail: ccsp@ppq.ufmg.br

Continuação do Parecer G 184/2003

estimula o aprendizado tendo os estudantes como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados:

1- Informações básicas do projeto:

No item riscos e forma de minimizá-los, sugere-se alinhar o texto desse documento com o descrito no TCLE que detalha um número maior de riscos associados a participação. No TCLE está indicado que "Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que você já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização e consistem na possibilidade de constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e prejuízo em notas recebidas na escola. Os responsáveis pela pesquisa estão atentos para minimizar esses riscos e, por isso, os(as) estudantes não receberão nenhuma nota vinculada às atividades deste projeto e terão todo o apoio do professor de Biologia para esclarecimento de dúvidas. Os riscos decorrentes de acidentes durante a prática no laboratório, serão minimizados com o acompanhamento direto do professor, que seguirá todas as normas de biossegurança. Por outro lado, no item riscos do documento Informações básicas é discutida questão relacionada a anonimato e confidencialidade de imagens e informações obtidas, não contempladas no TCLE.

No item benefícios, foi indicado que os resultados da pesquisa poderão ajudar a melhorar o desenvolvimento de novas práticas e estratégias para o ensino de Biologia. Sugiro que seja incluído ainda benefício relacionado ao ganho do participante quanto ao entendimento da Bioquímica e metabolismo secundário de plantas no contexto escolar.

2-TALE e TCLE: Os termos foram redigidos em linguagem acessível, com apresentação dos objetivos da pesquisa, metodologia, riscos e benefícios. Eles resguardam a confidencialidade dos dados e o anonimato. Foi informado sobre riscos e benefícios, objetivos, descrição da pesquisa. É importante que as informações referentes a riscos sejam alinhadas com os descritos no documento "Informações Básicas".

- Os documentos esclarecem que a participação é voluntária, mas não deixa claro o direito do participante à recusa, e desistir do projeto a qualquer momento sem qualquer prejuízo.

- Esclarece que de acordo com as normas brasileiras o participante tem direito a requerer indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa e que documento será emitido em duas

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2006 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4992

E-mail: ocep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 6.184.583

vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador executor e a outra será fornecida ao participante. Esclarece também sobre o tempo e a forma de guarda dos dados. Apresenta opção para marcação de concordância no uso de imagem do participante durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens obtidas para as finalidades da pesquisa e para seus produtos.

- Embora, apresente dados do pesquisador e do CEP-UFMG, não apresenta espaço em cada página para rubrica do pesquisador e do participante. As páginas estão sem numeração.

3- Parecer

4- Carta_Anuencia_Escola_NZ.pdf: carta de anuência da Escola com assinatura da Diretora, Edmaria Oliveira.

5- Projeto_TCM_NZ.pdf

6- Parecer_Consubstanciado_NZ.pdf

7- Folha de Rosto: nesse documento foi incluído o cargo do responsável pela unidade de origem do projeto, além de trazer as assinaturas necessárias preenchidas de forma adequada e assinada pelo pesquisador e Diretor da unidade de origem. Mas não traz o endereço do pesquisador responsável.

Recomendações:

1- Informações Básicas: -Normalizar a descrição dos riscos descritos nesse item com os presentes nos documentos de TCLE e TALE; - Incluir possibilidade de benefício relacionado ao ganho do participante quanto ao entendimento da Bioquímica e metabolismo secundário de plantas no contexto escolar.

2- TCLE e TALE: inclusão de número de páginas e de espaço em cada página para rubrica do pesquisador e do participante.

3- Folha de rosto: Incluir endereço do pesquisador responsável.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

N/A

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 25. Andar Sala 2006 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)5409-4502 **E-mail:** cep@ppq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: N.184.583

notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2096540.pdf	31/05/2023 15:55:32		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TCM_NZ.pdf	31/05/2023 15:54:40	Rafael Vieira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_Anuencia_Escola_NZ.pdf	31/05/2023 15:53:33	Rafael Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Naiara_Zanetti.pdf	31/05/2023 15:43:10	Rafael Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Naiara_Zanetti.pdf	31/05/2023 15:42:55	Rafael Vieira	Aceito
Parecer Anterior	SEI_UFMG_2259150_Projeto_NaiaraNS_Zanetti.pdf	31/05/2023 14:54:42	Rafael Vieira	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_Consubstanciado_NZ.pdf	31/05/2023 14:53:46	Rafael Vieira	Aceito
Folha de Rosto	SEI_UFMG_2259223_FolhaRosto_NaiaraNSZanetti.pdf	31/05/2023 14:53:04	Rafael Vieira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 16 de Julho de 2023

Assinado por:
Corinne Davis Rodrigues
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar - Sala 2006 - Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3408-4582

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO B - Certificado de menção honrosa ao pôster apresentado no 1º Curso de Verão em Bioquímica e Imunologia da UFMG

