

Universidade Estadual do Norte do Paraná

Repositório Institucional UENP

<https://repositorio.uenp.edu.br>

---

Programa de Pós-Graduação em Ensino

Dissertações

---

2020

# Metabólitos secundários e defesa vegetal: discutindo botânica no ensino superior

Cruz, Ynaiara Kristhine Stopa da

Universidade Estadual do Norte do Paraná

---

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/681>

*Baixado de Repositório Institucional UENP*



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE  
DO PARANÁ**

***Campus Cornélio Procópio***

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

---

**YNAIARA KRISTHINE STOPA DA CRUZ**

**METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL:  
DISCUTINDO BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR**

---

**CORNÉLIO PROCÓPIO – PR  
2020**

YNAIARA KRISTHINE STOPA DA CRUZ

**METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL:  
DISCUTINDO BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR  
2020

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

SC965m Stopa da Cruz, Ynaiara Kristhine  
Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal:  
discutindo botânica no ensino superior / Ynaiara  
Kristhine Stopa da Cruz; orientador Rodrigo de Souza  
Poletto - Cornélio Procópio, 2020.  
81 p.

Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade  
Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências  
Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação em  
Ensino, 2020.

1. Ensino de Botânica. 2. Fisiologia Vegetal. 3.  
Formação inicial. 4. Ensino Superior. 5. Sequência  
didática. I. Poletto, Rodrigo de Souza, orient. II.  
Título.

YNAIARA KRISTHINE STOPA DA CRUZ

**METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL:  
DISCUTINDO BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

---

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto.  
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

---

Profa. Dra. Viviane Sandra Alves  
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

---

Profa. Dra. Roberta Negrão Araújo  
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, 18 de fevereiro de 2020.

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial a minha mãe por todo carinho, amor, apoio e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser minha fortaleza, que me abençoou com saúde, força, coragem, determinação e permitiu a presença e a colaboração de pessoas maravilhosas que contribuíram em toda trajetória para a realização desse trabalho, a Nossa Senhora pela intercessão e proteção.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto, não apenas pela orientação neste trabalho, mas, sobretudo pela sua amizade e por acreditar na parceria para o desenvolvimento desta dissertação.

As professoras componentes da banca: Profa. Dra. Roberta Negrão de Araújo e Profa. Dra. Viviane Sandra Alves, por aceitar o convite para as bancas de qualificação e defesa e pelas valiosas contribuições para esta pesquisa.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ensino PGEN/UENP, no qual todos professores apresentaram grande respeito e consideração aos ingressantes, e sempre dispostos a nos ensinar, em especial aos docentes que contribuíram para a minha formação e conseqüentemente para o desenvolvimento desta pesquisa, a partir dos ensinamentos nas disciplinas: Profa. Dra. Anecy Tojeiro Giordani, Prof. Dr. Carlos César Garcia Freitas, Prof. Dr. João Coelho Neto, Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas, Prof. Dr. Rudolph dos Santos G. Pereira e Profa. Dra. Simone Luccas.

Agradeço carinhosamente aos estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), por permitirem e colaborarem na aplicação desta pesquisa.

Aos colegas da 3ª turma do PPGEN/UENP, *Campus* Cornélio Procópio, por terem compartilhado suas experiências e conhecimentos. Em especial à Caroline Alfieri Massan, Harley Lucas dos Santos, Juliete Gomes Póss Assano, Renan Guilherme Pimentel e Thayane France Pereira, amigos especiais que ganhei nessa caminhada e que levarei comigo além do mestrado, meu muito obrigada pelos momentos de companheirismo, apoio, pela amizade, carinho, e pelas ideias compartilhadas ao longo destes dois anos de convivência.

Agradeço as meninas da secretaria do programa, Daniela e Milena, por serem sempre acolhedoras e pacientes comigo, gratidão meninas.

Ao Victor integrante do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa e Ensino de Botânica e Educação Ambiental (LIPEBEA), por ter me auxiliado na montagem e separo dos materiais que foram utilizados na aula prática.

A minhas amigas de mestrado Thaynara Aparecida Machado e Dayanne da Silva Alves pela amizade, carinho e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Em especial a Marília Gabriela Fabri (Gabi), por todos momentos compartilhados, pelas inúmeras vezes que me estendeu a mão, por todo apoio, incentivo e colaboração, por não me deixar desistir, por sempre me acolher quando precisei de ajuda nos momentos desafiadores dessa caminhada, minha gratidão por tudo que fez por mim, amizade para além do mestrado, sua amizade foi um presente de Nossa Senhora.

A minha família que sempre me apoiou em especial a minha mãe Ivonete, por ser o meu abrigo e apoio em tudo na minha vida, esteve sempre presente em todas as fases da minha caminhada, sempre me orientando e incentivando, além dos abraços confortantes em momentos de desesperança, sem o seu amor e exemplo não teria trilhado pelos caminhos que passei e enfrentado os obstáculos para chegar até aqui. Obrigada por acreditar no meu potencial, por não ter desistido de mim mesmo sendo falha em muitos momentos e por me mostrar o melhor que há em mim. Amo muito você.

A todos que participaram desta minha caminhada até o final, a minha Gratidão!!!

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.” (Paulo Freire)

CRUZ, Ynaiara Kristhine Stopa da. **Metabólitos secundários e defesa vegetal: discutindo botânica no ensino superior.** 2020. 82 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procopio, 2020.

## RESUMO

O ensino de Botânica pode ser considerado uma preocupação entre professores por possuir conteúdos complexos e de difícil compreensão. Desse modo essa pesquisa objetivou elaborar uma sequência didática baseada nos pressupostos didáticos de Zabala (1998), para ensinar o conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal, a fim de auxiliar os processos de ensino e aprendizagem de Botânica na formação inicial de professores de Ciências Biológicas. A coleta de dados compreendeu as atividades avaliativas presentes na sequência, que foram analisados com base no referencial da Análise Textual Discursiva, sistematizados em cinco categorias de análise a priori: I. Fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento vegetal; II. Especificidade na relação planta animal – Atração; III. Especificidade na relação planta animal – Defesa; IV. Mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa; e V. Contribuições e limitações da sequência didática. Os resultados mostraram contribuições da referida sequência para aprendizagem do conteúdo, considerando a ampliação das respostas que se apresentaram mais próximas das noções científicas sobre metabólitos secundários e defesa vegetal.

**Palavras-chave:** Ensino de Botânica. Fisiologia Vegetal. Formação inicial. Ensino Superior. Sequência didática.

CRUZ, Ynaiara Kristhine Stopa da. **Secondary metabolites and plant defense: discussing botany in higher education.** 2020. 82 pages. Dissertation (Professional Master's Degree in Teaching) - State University of North of Paraná, Cornélio Procopio, 2020.

### **ABSTRACT**

Botany teaching can be considered a concern among teachers because it has complex and difficult contents to understand. In this way, this work aimed to develop a didactic sequence to assist the teaching and learning processes of Botany in the initial training of Biological Sciences teachers. For this, we proposed a Didactic Sequence based on the didactic assumptions of Zabala, to teach the content of secondary metabolites and plant defense. The data collection comprised with the evaluative activities present in the sequence, which were analyzed based on the framework of the Discursive Textual Analysis, systematized in five categories of analysis: I. Biotic and abiotic factors in plant development; II. Specified in the animal plant relationship - Attraction; III. Specified in the animal plant - defense relationship; IV. Internal mechanism of plants and their defense processes; and V. Contributions and limitations of the didactic sequence. The results showed contributions of the referred sequence for learning the content, considering the expansion of the answers that were closer to the scientific notions about secondary metabolites and plant defense.

**Keywords:** Botany Teaching. Plant Physiology. Initial education. University education. Following teaching.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplar de uma Sequência Didática – Unidade 4.....	40
Quadro 2 - Quadro geral dos encontros da sequência didática elaborada e adaptada de Zabala (1998).....	43
Quadro 3 - Categoria 1 – Fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento vegetal. ....	49
Quadro 4 - Categoria 2 – Especificidade na relação planta animal – Atração. ....	52
Quadro 5 - Categoria 3 – Especificidade na relação planta animal – Defesa. ....	54
Quadro 6 - Categoria 4 – Mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa. ....	57
Quadro 7 - Categoria 5 – Contribuições e limitações da sequência didática. ....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
HCN	Ácido Cianídrico
HR	Resposta Hipersensitiva
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
MAMP	Padrões Moleculares Gerais Associados a Microrganismos
RSI	Resistência Sistêmica Induzida
SAR	Resistência Sistêmica Adquirida
SD	Sequência Didática

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1</b>	<b>FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E SABERES DOCENTES..</b>	<b>18</b>
1.1	SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO INICIAL .....	18
1.2	FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA E O ENSINO DE BOTÂNICA .....	21
1.2.1	ENSINO DE BOTÂNICA.....	24
<b>2</b>	<b>ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL.....</b>	<b>29</b>
2.1	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS.....	29
2.1.1	Terpenos .....	31
2.1.2	Compostos Fenólicos .....	32
2.1.3	Compostos Nitrogenados .....	34
2.2	DEFESA VEGETAL .....	35
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS .....</b>	<b>38</b>
3.1	SEQUENCIA DIDÁTICA.....	38
3.2	SEQUENCIA DIDÁTICA SISTEMATIZADA .....	42
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>45</b>
4.1	PESQUISA QUALITATIVA .....	45
4.2	COLETA DE DADOS.....	45
4.3	PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	46
4.4	ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA PARA ANÁLISE DE DADOS.....	47
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>49</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>74</b>
APÊNDICE A – Termo de consentimento dos estudantes.....	75
APÊNDICE B – Avaliação diagnóstica .....	76
APÊNDICE C – Situação problema .....	77
APÊNDICE D – Avaliação somativa.....	78
APÊNDICE E – Avaliação da sequência didática .....	79
<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>
ANEXO A – Síntese Avaliativa .....	81

## INTRODUÇÃO

As intensas mudanças climáticas, científicas, tecnológicas e sociais vivenciadas na sociedade atual evidenciam a importância do ensino de Ciências de qualidade, e conseqüentemente, a formação de professores de Ciências Biológicas. A educação científica é uma exigência urgente, e de contribuição fundamental no desenvolvimento das pessoas e dos povos (CACHAPUZ *et al.*, 2005), e cabe aos docentes, principalmente aos da área de Ciências e Biologia, a especificidade de formar cidadãos críticos e, ao mesmo tempo, ensinar conteúdos específicos.

Nesse sentido, Tardif (2014) destaca que é preciso que os professores se apropriem dos diferentes saberes para contribuir na formação de seus alunos:

Entretanto a relação dos docentes com os saberes não se reduz a uma função de transmissão de conhecimentos já constituídos. Sua prática integra diferentes saberes, com os quais o corpo docente mantém diferentes relações. Pode-se definir o saber docente como um saber plural, formado pela amálgama, mais ou menos coerente, de saberes disciplinares, curriculares e experienciais (TARDIF, 2014, p.36).

Assim, destaca-se a relevância da formação inicial na construção de saberes específicos e pedagógicos e a importância da participação da escola para auxiliar e contribuir na formação inicial.

O ensino de Botânica ainda é recorrentemente caracterizado como sendo muito teórico, desestimulante, possuir muitos termos técnicos, de difícil assimilação e subvalorizado no ensino de Ciências e Biologia (KINOSHITA *et al.*, 2006).

Nesse sentido, é de grande importância entender as razões apontadas pelos alunos, que explicam as possíveis dificuldades em relação ao aprendizado de Botânica, pois os trabalhos científicos e propostas para o ensino de Botânica, ainda são poucos estudos e pesquisas desenvolvidas no ensino que apresentam discussões sobre didática relacionadas a essa disciplina (SILVA; CAVALLET; ALQUINI, 2005).

Em levantamento realizado por Silva, Cavallet e Alquini (2005), em anais dos Congressos Nacionais de Botânica, no período de 1995 até 2002, os autores observaram que dos 127 trabalhos apresentados na sessão temática Ensino de Botânica, aproximadamente 29% enfocaram o ensino para a graduação. Os outros trabalhos, em sua maioria abrangem o Ensino Fundamental e Médio, e alguns apresentaram materiais didáticos que podem ser empregados por diferentes públicos.

No entanto, ainda existe uma carência de trabalhos que abordem propostas pedagógicas inovadoras para o Ensino de Botânica, devido à reduzida produção científica e a limitada quantidade de trabalhos voltados para essa área, como destacado por Marques (2000), em consulta às bases de dados científicos.

Decorridos mais de 15 anos da publicação de Silva, Cavallet e Alquini (2005), o panorama não mudou muito, como pode ser observado em trabalho desenvolvido por Copetti (2018), que, ao realizar um mapeamento sobre o ensino de Botânica, no período de 2002 a 2017, nos bancos de teses e dissertações do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), observou um total de 262 trabalhos, no entanto, apenas 12 estavam relacionados à formação inicial de professores na área da Botânica, verificando assim uma carência de estudos nesse campo de conhecimento.

Nesse sentido, Machado, Poletto e Alves (2019) investigaram como a Botânica vem sendo trabalhada no Ensino Superior, por meio de uma revisão sistemática de literatura em três bases de dados, nos portais CAPES, IBICT e nas principais revistas da área de Ensino de Ciências, em língua portuguesa e espanhola, com qualis A1, A2 e B1, no período de 2007 a 2017. Foram analisados 6.104 trabalhos, desses apenas 13 possuíam enfoque no Ensino Superior, permitindo constatar que pouca produção na área de ensino de Botânica tem sido realizada. Desse modo, o ensino de Botânica apresenta um campo favorável a pesquisas que possibilitem estratégias de ensino para contribuir na formação inicial de professores.

O objetivo central desta pesquisa consistiu em elaborar uma sequência didática para ensinar o conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal para estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, a fim

de contribuir para o processo de formação inicial de professores, tendo como aportes teóricos o referencial de formação de professores e sequência didática com base em Zabala (1998). Como objetivos específicos: a) construir e implementar uma sequência didática para ensinar o conhecimento científico sobre metabólitos secundários e defesa vegetal para uma turma do 4º ano de licenciatura em Ciências Biológicas; b) avaliar as contribuições, limitações e desdobramentos da pesquisa. Para tal, no primeiro capítulo desta dissertação, são apresentados os saberes necessários na prática docente e as concepções associadas à formação de professores, bem como as necessidades formativas dos professores da área de Ciências Biológicas e sobre o ensino de Botânica.

O segundo capítulo contém os conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal, que fundamentam a construção da sequência didática.

O terceiro capítulo discorre sobre o referencial teórico e metodológico empregado para sistematização da sequência didática (ZABALA, 1998) elaborada nesta dissertação, bem como apresenta brevemente a estrutura da sequência didática e as atividades propostas.

O quarto capítulo aborda os encaminhamentos metodológicos utilizados na pesquisa, o perfil dos participantes da pesquisa, o instrumento de coleta de dados e o referencial usado para análise dos dados.

O quinto capítulo apresenta a análise e discussões dos dados da pesquisa, obtidos por meio da aplicação da sequência didática. Nas considerações finais, apresentamos as percepções acerca da pesquisa e os referenciais utilizados.

## 1 FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E SABERES DOCENTES

Neste capítulo é apresentado os saberes mobilizados na prática do docente, as questões relacionadas à formação de professores, as necessidades formativas dos professores de Ciências e Biologia e o ensino de Botânica.

### 1.1 SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO INICIAL

Os estudos sobre o tema de formação e desenvolvimento profissional dos professores têm crescido devido à preocupação com a docência no Ensino Superior, não apenas relacionados ao saber teórico-disciplinar, mas também aos pedagógicos e políticos (PIMENTA; ANASTASIOU; CAVALLET, 2002).

Segundo Nóvoa (1995, p. 25), “[...] A formação deve estimular uma perspectiva crítica-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo, e que facilite as dinâmicas de auto-formação participada”. Em concordância, Almeida e Pimenta (2014) salientam que o professor universitário necessita atuar de forma reflexiva, crítica e competente no âmbito de sua disciplina, evidenciando seu sentido, seu significado e sua contribuição no percurso formativo dos estudantes, e no projeto político-pedagógico dos cursos, experienciado no cotidiano do ensino e da pesquisa.

O ensino universitário integra um processo de busca de construção científica e crítica ao conhecimento produzido (PIMENTA; ANASTASIOU; CAVALLET, 2002). Os saberes necessários ao ensino são reelaborados e construídos pelo professor “em confronto com suas práticas cotidianamente vivenciadas no contexto escolar” (PIMENTA, 2012, p.32).

A mobilização dos “saberes docentes” é um importante passo para mediar o processo de construção profissional dos professores. Tais saberes são constituídos por três categorias: os saberes da experiência; os saberes do conhecimento, referentes à formação específica; e os saberes pedagógicos, entendidos como os que viabilizam a ação do “ensinar” (PIMENTA, 2012).

Os saberes da experiência, de acordo com Pimenta (2012), podem ser classificados em dois níveis: o primeiro diz respeito às experiências particulares no ambiente escolar que os docentes obtiveram enquanto alunos, e proporciona aporte para que se construam modelos sobre ser professor, suas atribuições e

desafios da profissão. Em outro nível, os saberes da experiência são “aqueles que os professores produzem no seu cotidiano docente, num processo permanente de reflexão sobre sua prática” (PIMENTA, 2012, p. 22).

Os saberes do conhecimento referem-se aos saberes disciplinares e curriculares, no entanto, além dos conhecimentos teóricos-científicos, a autora Pimenta (2012) endossa que, para que o docente consiga articular toda forma de conhecimento em sua prática e implementá-lo em sala de aula, é preciso estar consciente do poder do conhecimento para formação social dos estudantes.

Assim, os saberes pedagógicos, para Pimenta (2012), são produzidos na ação, não basta conhecer, é necessário compreender como estruturar o conhecimento de maneira didática, sendo preciso “[...] reinventar os saberes pedagógicos a partir da prática social da educação” (PIMENTA, 2012, p. 27).

Tardif (2014) define o saber docente como um saber plural, constituído pela fusão dos saberes da formação profissional, os saberes disciplinares, os saberes curriculares e os saberes experienciais. O autor ressalta, ainda, que os saberes docentes são temporais e heterogêneos, personalizados e situados, que carregam consigo as marcas do ser humano (TARDIF, 2000). Desse modo, referente à multiplicidade de saberes, temporalidade e caráter individual Tardif (2014), ressalta:

O saber não é uma coisa que flutua no espaço: o saber dos professores é o saber deles e está relacionado com a pessoa e a identidade deles, com a sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros atores escolares, etc. (TARDIF, 2014, p.11).

Nessa perspectiva para Gauthier *et al.* (2013), o ensino é mobilizado por inúmeros saberes que formam um reservatório do qual o professor se abastece para lidar com as exigências de sua atividade profissional.

Shulman (2014) distingue sete categorias de conhecimentos presentes no desenvolvimento docente: conhecimento do conteúdo da matéria, próprio da área do conhecimento de que é o professor, por exemplo, a Biologia; conhecimento pedagógico, que consiste nos modos de formular e apresentar o conteúdo de forma a torná-lo compreensível aos alunos; conhecimento curricular, referente ao conjunto de conteúdos, a relação entre eles e aos objetivos do seu

ensino; conhecimento pedagógico; conhecimento dos alunos e de suas características; conhecimento dos contextos educacionais, relacionado ao funcionamento do grupo ou da sala de aula, passando pela gestão e financiamento dos sistemas educacionais, até as características das comunidades e suas culturas; e o conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica.

Os saberes profissionais são caracterizados por conjunto de saberes difundido pelas instituições de formação de professores, os conhecimentos relacionados a métodos e práticas de ensino (TARDIF, 2014). Nomeado por Gauthier *et al.* (2013) de saber da ciência da educação, que é um saber profissional específico relacionado majoritariamente aos conhecimentos sobre o sistema escolar.

Os saberes pedagógicos se caracterizam como “doutrinas ou concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa no sentido amplo do termo, reflexões racionais e formativas que conduzem a sistemas mais ou menos coerentes de representação e de orientação da atividade educativa” (TARDIF, 2014, p. 37).

Os saberes disciplinares se evidenciam pela integração dos saberes sociais, definidos pelos cursos de formação de professores como legítimos para a prática docente. “São os saberes que correspondem aos diversos campos de conhecimento, aos saberes que dispõem a nossa sociedade, tais como se encontram hoje integrados nas universidades sobre forma de disciplinas” (TARDIF, 2014, p. 38). Esse saber surge da tradição cultural dos grupos sociais produtores de saberes. Para Gauthier *et al.* (2013, p.29), o saber disciplinar é referente ao conhecimento de conteúdo a ser ensinado, “produzido pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas, ao conhecimento por eles produzido a respeito do mundo”.

Já os saberes curriculares são os “discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e da formação para a cultura erudita” (TARDIF, 2014, p. 38). Esses saberes, segundo Gauthier *et al.* (2013), refere-se à transformação da disciplina em programa de ensino.

Por último, Tardif (2014) apresenta os saberes experienciais, resultantes do exercício e da prática da profissão, embasados no cotidiano e no

conhecimento do meio. Saberes esses que surgem na experiência docente e por ela são validados. “Eles incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades, de saber-fazer e de saber-ser” (TARDIF, 2014, p. 39). Na perspectiva de Gauthier *et al.* (2013), o saber experiencial está intimamente relacionado com a “experiência e o hábito” pelo docente em práticas e ações cotidianas. Outro saber apresentado pelo autor é o saber da ação pedagógica, que ocorre quando o saber experiencial dos professores vem a ser público e é testado pelas pesquisas efetuadas em sala de aula.

De acordo com Tardif (2014), os professores utilizam todos esses saberes integrados em sala de aula, os quais não são produzidos exclusivamente pelos docentes, vários saberes são resultantes de lugares sociais anteriores à carreira especificamente dita ou situados fora do trabalho cotidiano, assim, de certa forma, extrínsecos ao ofício de ensinar.

Desse modo, é necessário trabalhar na diversificação dos modelos e das práticas de formação, estabelecendo novas associações dos professores ao saber pedagógico e científico. Mas, para que isso aconteça de acordo com Nóvoa (1992) a formação necessita passar pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novas práticas de trabalho pedagógico e por uma reflexão crítica sobre sua aplicação, para que, assim, a formação passe por métodos de investigação vinculada à prática docente.

## 1.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA E O ENSINO DE BOTÂNICA

A atuação docente é formada por um conjunto de saberes e práticas que não se resume ao domínio dos procedimentos, conceitos, modelos e teorias (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Para Carvalho e Gil-Pérez (2011), os professores de Ciências e Biologia carecem de uma formação que seja adequada à realidade, não tendo consciência das insuficiências que vão se consolidando ao longo de seu desenvolvimento. Logo, muitos cursos de formação de professores de Ciências concebem a “formação do professor como transmissor de conhecimentos e destrezas que, contudo, tem demonstrado reiteradamente suas insuficiências” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p.15), tanto no que diz respeito à formação do

aluno na educação básica, como em relação à formação de professores dentro das universidades.

O trabalho docente deve ser direcionado para uma apropriação crítica pelos alunos, de forma que se incorpore efetivamente no universo das representações sociais e se estabeleça como cultura (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009).

Segundo Borges (2000), a formação docente dos professores de Ciências e Biologia vem sendo elaborada de acordo com um modelo tradicional em que ocorre a adição do conhecimento pedagógico e científico, como acontece em outros cursos de formação inicial de professores. Para o autor, além do conhecimento específico somado à prática, outros aspectos devem ser considerados na formação de professores de Ciências Biológicas, como: a) entender o ensino como mediação da prática social e a aprendizagem como uma ação do aluno, a qual o professor medeia; b) possuir capacidade de contextualizar conteúdos científicos e contexto sócio-histórico; c) planejar atividades e avaliações que levem o aluno a refletir criticamente a respeito da realidade; d) assumir a docência como um trabalho intelectual, no qual o professor constantemente reflete sua prática de forma crítica; e) assumir criticamente o significado político e social da profissão.

Desse modo, as licenciaturas precisam superar os desafios formativos por meio de um curso que rompa com as visões reducionistas sobre ensino de Ciências Biológicas, que levem os licenciandos a conhecer os conteúdos de Ciências e Biologia; questionar as ideias docentes de “senso comum”; analisar criticamente o “ensino tradicional”; preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva; dirigir o trabalho dos alunos; saber avaliar; adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Os cursos de formação inicial docente precisam questionar as concepções pautadas no senso comum, ao sugerirem que ensinar é simples ou que é somente preciso ler o conteúdo abordado no livro e transmitir aos alunos. A docência necessita ser compreendida entre teoria e prática, levando em consideração a realidade vivenciada nas escolas. Acredita-se que com essa compreensão, o ensino/aprendizagem de ciências naturais possa alcançar uma nova visão de conhecimentos e saberes, de outras maneiras de ensinar e aprender, envolvendo assim a complexidade do cotidiano.

Krasilchik (2004), Carvalho e Gil-Pérez (2011) defendem que a formação e a prática pedagógica devem ser guiadas, também, no que se refere às experiências dos professores da educação básica, como: a necessidade dos professores conhecerem os conteúdos que ensinarão, questionar e ressignificar os pensamentos espontâneos dos alunos, aprofundar-se no estudo de pesquisas sobre ensino, e questionar o ensino tradicional.

Nesse sentido, Carvalho e Gil-Pérez (2011) evidenciam que não é necessário, nem favorável, a transmissão de propostas didáticas apresentadas como produtos acabados, mas é preciso propiciar um trabalho de mudança didática que guie os professores em formação ou em atividade, baseados em suas próprias concepções, a ampliarem seus recursos e mudarem suas perspectivas. O foco da formação inicial em Biologia deve ser o professor e como conduzi-lo a compreender, ressignificar e transformar sua prática.

Uma maneira de proporcionar uma formação permanente com maior qualidade é a aproximação entre professor e pesquisa. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2011, p. 62),

Parece lógico que os professores deverão ser os primeiros beneficiários das descobertas da pesquisa educativa. Porém, existe uma autêntica barreira entre “pensadores” (pesquisadores) e “realizadores” (professores). Surge assim a ideia de que para os professores considerarem as implicações da pesquisa e examinem criticamente sua atividade docente à luz de tais implicações, deverão inserir-se de alguma forma no processo de pesquisa (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 62).

A pesquisa na formação docente pode ser vista por meio do desenvolvimento da vivência do educador na escola, utilizando esse local como investigação permanente, onde a aprendizagem, a comunidade local e os desafios do trabalho pedagógico são continuamente alvos de uma reflexão crítica, gerando um movimento de pesquisa constante. A pesquisa educacional é fundamental para formação docente, por meio de estudos dos processos de ensino e aprendizagem e capacitação para a investigação do espaço de trabalho, os professores de Ciências e Biologia conseguirão ressignificar suas práticas.

A proximidade entre professores e pesquisadores educacionais auxilia formação docente, pois concede ao professor informações para melhorar seu trabalho e o estimula a inovar em sala de aula.

Desse modo, para que ocorram avanços na formação de docentes para atuarem na educação básica e superior, é de grande importância que as pesquisas se aprofundem nas especificidades dos cursos, nas particularidades dos diferentes profissionais, a fim de indicar estratégias que contribuam para uma melhor formação.

### 1.2.1 ENSINO DE BOTÂNICA

O conhecimento em Botânica é de grande importância aos cidadãos, para que possam lidar com os desafios contemporâneos (como por exemplo: alimentar a população humana em rápida expansão, desenvolver novos métodos de engenharia genética, fazer limpeza de ambientes poluídos, utilizando a fitorremediação, conhecer a biodiversidade de cada local, entre outros) e tomar decisões para reduzir e, conseqüentemente, prevenir problemas futuros (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2016).

As plantas possuem papel de grande importância, desde o resgate de carbono da atmosfera, a proteção dos rios e nascentes até as alterações climáticas, o que deveria servir de justificativa para diminuir o distanciamento entre o homem e o meio natural, ressalta Salatino (2001).

Muitas plantas desenvolvem substâncias com ação inseticida ou fungicidas naturais, essa capacidade natural das plantas foi muito explorada na agricultura antes da Segunda Guerra Mundial, quando foi gradativamente substituída por produtos sintéticos (PERES, 2004).

As propriedades medicinais das plantas são tão antigas quanto o aparecimento da espécie humana. Nas primeiras civilizações já eram utilizadas, pois perceberam que possuíam em sua essência princípios ativos para combater algumas doenças. Por muito tempo as plantas medicinais foram o principal recurso terapêutico para tratar doenças, contudo, com os avanços técnico-científicos, principalmente na área da saúde, novas formas de tratar e curar começaram a surgir, como o uso de medicamentos industrializados, por exemplo (BADKE *et al.*, 2011). Como vimos, muitas plantas possuem propriedades medicinais, no entanto, com os constantes desmatamentos causados pelos seres humanos, deixaremos de conhecer propriedades de muitas espécies.

As plantas também são a base da cadeia alimentar e das culturas agrícolas, e espécies como arroz, trigo, milho, feijão e soja, são algumas das culturas mais importantes mundialmente que sustentam as civilizações há séculos, além de possuir grande valor econômico (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

Apesar da importância das plantas para a humanidade e para a biosfera terrestre, o interesse pela Biologia Vegetal ainda é pequeno, pela sociedade em geral, as plantas poucas vezes são percebidas como algo mais do que apenas objetos de decoração ou componentes da paisagem, identificando assim a “Cegueira Botânica”, que é a incapacidade de perceber as plantas em seu próprio ambiente e reconhecer sua real importância (WANDERSEE; SHUSSLER, 2001).

A utilização das plantas não é preocupação da população em geral, fica restrita, muitas vezes, aos profissionais, como pesquisadores, biólogos, farmacêuticos, agricultores, técnicos em recursos naturais, os quais se especializam nessa área. Dessa maneira, o saber sobre as plantas restringe-se a um grupo de profissionais, quando, na realidade, a questão ambiental diz respeito a todos.

O ensino de Botânica atualmente é marcado por uma série de obstáculos e dificuldades, não só por parte dos alunos, mas principalmente pelos professores. Kinoshita *et al.* (2006) declara que o ensino de Botânica, muitas vezes, é demasiadamente teórico e desestimulante para os alunos por ser reprodutivo, com destaque à repetição e não aos questionamentos, seguindo sempre o mesmo caminho de aprendizagem, o qual é centrado na memorização de nomenclaturas, definições, regras, etc.

O fato da nomenclatura ser apresentada em latim pode se tornar um obstáculo, pois estruturas e fenômenos botânicos, quando não interpretados a partir de um conhecimento prévio de radicais latinos e gregos, tornam-se expressões abstratas, sem vínculo com a realidade da natureza vegetal. Dessa maneira, as aulas tornam-se desinteressantes e cansativas, comprometendo a relação ensino e aprendizagem (SILVA, 2008).

Somado a isso, Nogueira (1997, p. 278) expõe que “O ensino de Botânica [...] é considerado pelos professores e alunos uma dificuldade quanto ao processo de ensino e de aprendizagem. Dificuldade esta, evidenciada pelo pouco interesse e baixo rendimento de conteúdo”. No que se refere às “dificuldades” encontradas no ensino de Botânica, de acordo com Silva (2008), podemos citar o fato de o conhecimento botânico evoluir muito rápido devido ao desenvolvimento

tecnológico, que vem possibilitando o estudo de estruturas vegetais antes não conhecidas e estudadas. Assim, exige-se, portanto, atualizações constantes dos docentes para acompanhar e entender o desenvolvimento, e auxiliar nas escolhas de metodologias que contribuam com aprendizagem.

A atualização dos professores depende de sua interação com pesquisadores, por meio de cursos de capacitação, que depende do interesse das escolas e da disponibilização das informações pelas instituições de pesquisa (SILVA, 2008), pois, de acordo com Kinoshita *et al.* (2006), poucas pesquisas acadêmicas chegam às escolas.

Em pesquisa realizada por Silva (2013), o autor aponta que o estudo de plantas é tido como muito complexo, e que professores demonstram grandes dificuldades para abordar tal conteúdo, gerando obstáculos na aprendizagem e compreensão do assunto pelos alunos. Muitas das dificuldades que os professores possuem estão relacionadas, inúmeras vezes, com a formação acadêmica que receberam.

Diversos estudos têm sido realizados e dificuldades têm sido indicadas no ensino de Botânica, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior (SILVA, 2008; FIGUEIREDO, 2009; MELO *et al.*, 2012; SILVA, 2013). A Botânica no Ensino Superior se caracteriza pela difícil nomenclatura, grande número de informações, as quais se tornam cada vez mais complexas com o desenvolvimento tecnológico e científico, e a falta de contextualização (MELO *et al.*, 2012).

Em concordância, Figueiredo (2009) relata que os próprios professores expõem a existência de um grau relativo de dificuldades ao ensinar os conteúdos de fisiologia e morfologia vegetal quando comparados com outras disciplinas. Na percepção do professor, o ensino de Botânica é pouco atraente, muito teórico, descritivo e distante da realidade dos alunos.

No entanto, o envolvimento do professor e a utilização de métodos apropriados podem favorecer o interesse dos alunos (STRGAR, 2007). É de grande importância que os docentes busquem melhor compreender e entender a relevância de inovar e adequar modalidades didáticas, considerando que a variedade de atividades pode atrair e despertar o interesse dos alunos, assim como atender as diferenças individuais. Nesse aspecto, os cursos de formação docente têm muito a contribuir (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016; ZABALA, 1998).

Silva (2007), em seu trabalho sobre metodologias alternativas para ensino de Botânica, indaga a possibilidade de formar acadêmicos de graduação numa perspectiva do "ensinar a pensar" a realidade criticamente em disciplinas das ciências naturais, mais especificamente em Botânica, além do fato de ensinar conteúdos distantes da realidade. O autor relata que a maioria das instituições de Ensino Superior continuam atuando com um modelo curricular que dificulta a atuação dirigida a uma formação para "saber pensar" a realidade criticamente, impedindo o encontro de alternativas para melhorar a prática.

Referente à postura dos professores das Ciências Naturais Krasilchik (2000) argumenta que:

As modalidades didáticas usadas no ensino das disciplinas científicas dependem, fundamentalmente, da concepção de aprendizagem de Ciência adotada. A tendência de currículos tradicionalistas ou racionalistas acadêmicos, apesar de todas as mudanças, ainda prevalecem não só no Brasil, mas também nos sistemas educacionais de países em vários níveis de desenvolvimento. Assumindo que o objetivo dos cursos é basicamente transmitir informação, ao professor cabe apresentar a matéria de forma atualizada e organizada, facilitando a aquisição de conhecimentos (KRASILCHIK, 2000, p.87).

Contudo, não podemos colocar todos os professores de Botânica na mesma escala, pois há aqueles que realmente não tiveram uma formação de qualidade, que somada a um modelo curricular tradicional, induzem o docente a acreditar que, ao proporcionar a melhoria dos recursos didáticos e metodologias da ciências, esteja realizando o melhor para os estudantes. O professor, enquanto formador de cidadãos capacitados e críticos, precisa estar constantemente revendo suas práticas metodológicas e sua visão de mundo, além de se sentir motivado a aplicar novas práticas para uma melhor aprendizagem de seus alunos. É na formação inicial que o professor obtém as bases para construção do conhecimento pedagógico, fundamentado nas esferas científica, cultural, psicopedagógica e pessoal, as quais o auxiliará possivelmente a exercer sua função social em toda sua complexidade (IMBÉRNON, 2006).

Nesse sentido, Carvalho e Gil-Pérez (2011) evidenciam que o professor, além de conhecer a matéria que irá ensinar, necessita compreender e questionar o pensamento docente espontâneo, adquirir conhecimentos teóricos aprofundados sobre a aprendizagem e, principalmente, a aprendizagem em

Ciências e Biologia, saber preparar atividades coerentes aos conteúdos, dirigir a atividade ao aluno, avaliar e utilizar-se da pesquisa e inovação em meio ao desenvolvimento de sua ação.

Dessa maneira, ter uma boa formação inicial é importante para que os futuros docentes tenham uma prática de qualidade e possam contribuir na formação de seu futuro alunado, como saber preparar atividades diferenciadas que auxiliem na construção do conhecimento, ter consciência de que avaliação é um instrumento para auxiliar professor e aluno no processo de ensino e aprendizagem, pois a partir dela o professor terá *feedback* necessário, possibilitando reavaliar sua prática pedagógica.

Assim, desenvolver atividades diferenciadas que contribuam para formação inicial, pode encorajar os professores de Ciências e Biologia de modo que desenvolvam atividades que levem os alunos a pensarem criticamente e com profundidade sobre a importância do papel da ciências no mundo contemporâneo.

O método científico para o ensino de Botânica, em especial a fisiologia vegetal, tem grande importância, devido à observação dos fenômenos apresentados pelas plantas, e por poderem ser debatidos, discutidos e testados por meio de experimentos. Neste contexto, para a elaboração da sequência didática dessa pesquisa, optou-se por incluir conteúdo da Fisiologia Vegetal, pois são poucas as pesquisas voltadas para o ensino dessa área da Botânica.

## 2 ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL

Neste capítulo é exposto o conteúdo abordado na sequência didática, o qual consiste nos conhecimentos acerca dos metabólitos secundários e defesa vegetal.

### 2.1 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Os vegetais estão rodeados de inimigos naturais em seu habitat, e uma vez que não conseguem se locomover para evitar herbívoros e patógenos, eles desenvolveram outros tipos de proteção. Um grupo de compostos vegetais, chamado de compostos secundários, defende os vegetais contra herbívoros e microrganismos patogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O conjunto de reações químicas que ocorrem no interior das células é denominado metabolismo, no caso das plantas é responsável pela manutenção de importantes funções vitais, como a fotossíntese, respiração e transporte de solutos, entre outras (FURLAN; MOTTA, 2008)

O metabolismo primário está presente em todos vegetais e é responsável pela síntese de açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, nucleotídeos e polímeros. Derivam desses os polissacarídeos, proteínas, lipídios e ácidos nucléicos. Já o metabolismo secundário são rotas alternativas, que utilizam os produtos ou subprodutos do metabolismo primário, dando origem a compostos que não necessariamente são essenciais ao organismo e podem ser diferentes para cada espécie de planta (FURLAN; MOTTA, 2008; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2016).

Os metabólitos secundários estão associados com a defesa das plantas, defendendo-as de predadores, como insetos, fungos, bactérias e também de ataque de outras plantas, e como atrativo para polinizadores e dispersores de semente (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A origem dos metabólitos secundários se dá a partir do metabolismo da glicose, e possui dois intermediários principais, o ácido chiquímico e o acetato (SIMÕES, 2007). Os compostos secundários são encontrados em algumas espécies de plantas ou grupos, ao passo que os metabólitos primários básicos estão presentes em todo o reino vegetal, ainda que teoricamente todas as plantas

possuem potencial de sintetizar metabólitos secundários. No entanto, essa característica é mais comum nas plantas selvagens, as quais precisam, ao longo de seu ciclo evolutivo, desenvolver mecanismos para assegurar sua sobrevivência, seja para competir com outras plantas ou para se defender de seus inimigos naturais. Por muito tempo esses compostos foram considerados como produtos finais do metabolismo, sem funções evidentes, ou mesmo resíduo (SOUZA FILHO; ALVES, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Entretanto, estudos do século XX, com interesse nessas substâncias pela sua relevância como medicamentos, cosméticos, aromatizadores, agroquímicos e materiais industriais (PINTO *et al.*, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2013), contribuíram para descobrir que muitos produtos do metabolismo secundário têm funções ecológicas importantes aos vegetais, e constituem uma defesa química que protege a planta contra herbívoros e patógenos, proteção UV, agem como atrativos para animais polinizadores e dispersos de semente, e também agem na competição planta-planta e na simbiose plantas-microrganismo (PICHERSKY; LEWINSOHN, 2011).

Os compostos secundários vêm ganhando destaque por causa da descoberta de suas diversas funções nas plantas, como regulação do crescimento, sustentação estrutural, interação com o ambiente, em particular ao que se refere à tolerância a temperaturas ou estresse hídrico, e de seu papel com outros organismos, como a atração de polinizadores e defesa contra herbívoros e patógenos (SANTOS, 2015).

A produção de metabólitos secundários está sujeita à influência de fatores ambientais, como luz, temperatura, solo, água, radiação ultravioleta, nutrientes, altitude, ritmo circadiano, a época do ano, forma de colheita, secagem, armazenamento. Devido à complexidade de seu processo de biossíntese, esses fatores podem interferir na qualidade e quantidade de produtos secundários (MARTINS *et al.*, 2006; GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Outros fatores que também possuem influência são a herbívora e ataque de patógenos, como, por exemplo, o aumento do conteúdo de taninos em resposta à danificação de folhas da planta pela lagarta (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Os metabólitos secundários são divididos em três grupos quimicamente diferentes: os terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (TAIZ; ZEIGER, 2013).

### 2.1.1 Terpenos

Os terpenos constituem o grupo com maior variedade de produtos secundários, havendo mais de 22.000 compostos descritos. São sintetizados a partir do Acetil CoA ou intermediários glicolíticos, e muitas substâncias dessa classe são, em geral, insolúveis em água. Os terpenos atuam como toxinas e repelentes de insetos e mamíferos herbívoros, e exercem importantes funções de defesa vegetal, são formados pela fusão de unidades isoprênicas de cinco carbonos (PERES, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em partes distintas da planta, ela pode sintetizar diferentes terpenos, para diferentes propósitos e em épocas diferentes, ao longo do seu desenvolvimento (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2016). Existem duas rotas de biossíntese de terpenos: rota de ácido mevalônico, na qual três moléculas de Acetil CoA são ligadas para formar o ácido mevalônico; e rota do metileritritol (MEP), que ocorre nos cloroplastos e outros plastídeos (TAIZ; EIGER, 2013).

Os terpenos são tóxicos para muitos insetos e herbívoros, exercem assim importantes funções de defesa no reino vegetal. A classificação dos terpenos é feita de acordo com o número de unidades de isopreno que possuem. Por exemplo, os terpenos de 10 carbonos são chamados monoterpenoides (C10), sesquiterpenoides (C15), diterpenoides (C20), triterpenoides (C30) e carotenoides (C40) (TAIZ; EIGER, 2013).

Os monoterpenos, por causa de seu baixo peso molecular, são substâncias voláteis, sendo o componente dos óleos essenciais e das essências voláteis, agem na atração de polinizadores ou para repelir insetos (TAIZ; EIGER, 2013). O limoneno e mentol, grupo de terpenos com cheiro agradável, atrai polinizadores; já os piretróides são inseticidas naturais, devido à volatilidade desse inseticida ele tem sido muito utilizado no desenvolvimento dos inseticidas domésticos para repelir pernilongo (TAIZ; EIGER, 2013).

Diversos vegetais possuem misturas de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis, os chamados óleos essenciais, que podem ter propriedades repelentes de insetos ou para atrair polinizadores (VIZZOTTO; KROLWO; WEBER, 2010). Pesquisas mais recentes revelaram um fator interessante na função de proteção dos terpenos voláteis. Em algumas espécies vegetais, como milho e algodão, certos compostos são produzidos e liberados somente após o inseto ter

iniciado a ingestão da planta, assim as substâncias liberadas repelem herbívoros ovíparos e atraem inimigos naturais, parasitas e insetos predadores, que atacam os insetos herbívoros, minimizando maiores danos à planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os cardenólídeos são compostos que possuem um ou mais resíduos de açúcar ligados, apresentam um alto grau de toxicidade e possuem um gosto amargo. Eles propiciam efeitos rigorosos na musculatura cardíaca de humanos por causa de sua influência nas ATPases ativadoras por  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , no entanto em doses cuidadosamente reguladas, eles diminuem e fortalecem os batimentos cardíacos, assim os cardenólídeos extraídos de plantas são utilizados em pacientes para tratamento de doenças cardíacas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As saponinas possuem ação detergente e emulsificante, e desempenham um papel importante na defesa contra insetos e microrganismos. A toxicidade da saponina está relacionada à sua capacidade de formar complexos esteroides, sendo capaz de interferir na absorção desses compostos pelo sistema digestivo ou desorganizar membranas celulares após estar na corrente sanguínea (PERES, 2004).

### 2.1.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são uma ampla classe de bioativos, derivados do metabolismo secundário das plantas em resposta a estresses bióticos e abióticos, como seca, umidade, insetos e plantas hospedeiras (KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013). Apresenta uma série de efeitos biológicos, incluindo ação antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Constituem um grupo quimicamente heterogêneo com aproximadamente 10.000 compostos: alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos, outros são ácidos carboxílicos e glicosídeos solúveis em água, e há aqueles que são polímeros insolúveis. Os compostos fenólicos são biossintetizados nas plantas por meio de diferentes rotas. As duas rotas metabólicas básicas são: a rota do ácido malônico e a do ácido chiquímico, sendo essa última na qual ocorre a maioria das biossínteses dos fenóis vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os fenólicos são um grupo de compostos muito presente no nosso dia a dia, embora nem sempre sejam percebidos. Muito do sabor, odor e coloração

de diversos vegetais são gerados por componentes desse grupo. Os compostos fenólicos não são atrativos somente ao homem, mas para outros animais, que são atraídos para polinização ou dispersão de sementes. Além disso, algumas espécies vegetais desenvolvem compostos fenólicos para inibir o crescimento de outras plantas competidoras, a ação alelopática (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os efeitos alelopáticos são mediados por diferentes substâncias que pertencem a diferentes categorias de compostos secundários, podem ser fenóis alcaloides, glicídios, flavonoides, terpenos, taninos, entre outros, e são denominados aleloquímicos (HOFFMANN, 2007; FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A alelopatia pode possuir interferência positiva ou negativa sobre o desenvolvimento de outra planta, os aleloquímicos podem ser inibidores da germinação e do crescimento ou atuar como promotores de crescimento (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Devido à grande diversidade química, os compostos fenólicos possuem uma variedade de funções nos vegetais, muitos agem como compostos de defesa contra herbívoros e patógenos, alguns como atrativos de polinizadores ou dispersores de frutos, na proteção contra radiação ultravioleta ou limitando o crescimento de plantas competidoras próximas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A luz ultravioleta ativa alguns fenólicos, é o caso da furanicumarinas, que são compostos atóxicos até sua ativação pela luz solar, que eleva algumas furanicumarinas a um estado de alta energia (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Entre os compostos fenólicos, a lignina, flavonoides e os taninos possuem papéis importantes na defesa vegetal. Depois da celulose, a lignina é a substância orgânica mais abundante na planta, encontra-se nas paredes celulares de diversos tecidos de sustentação, e vasculares, principalmente traqueídes e elementos de vaso. A lignina é depositada no espessamento da parede secundária, mas pode ocorrer também na parede primária e na lamela média, em contato direto com a celulose e hemicelulose. Devido à rigidez mecânica da lignina, ela fortalece o caule e o tecido vascular, viabilizando que a água e sais minerais sejam conduzidos através do xilema (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A lignina apresenta funções importantes de proteção nos vegetais, sua resistência física inibe o consumo pelos herbívoros, e por sua capacidade de ligação à celulose e às proteínas, ela também limita a digestibilidade dessas substâncias, dificultando o crescimento de patógenos, e é uma resposta que está associada à infecção ou à lesão (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os flavonoides são a maior classe de fenólicos vegetais, os diferentes tipos exercem funções distintas nos vegetais, incluindo pigmentação e defesa. As antocioninas são flavonoides coloridos que atraem polinizadores e dispersores de sementes. As flavonas e flavonóis auxiliam na proteção contra danos causados pela luz ultravioleta. Os isoflavonoides estão presentes principalmente em leguminosas e possuem diversas atividades biológicas. Alguns, como rotenona, são utilizados como inseticidas e veneno para ratos e peixes. Os isoflavonas produzem fitoalexinas, compostos antimicrobianos em resposta à infecção de microrganismos patogênicos (VIZZOTTO; KROLWO; WEBER, 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os taninos são compostos de grande interesse econômico e ecológico, muito utilizados no curtimento de pele animal, com finalidade de aumentar a resistência da pele ao calor, à água e aos microrganismos. São responsáveis pela adstringência de muitos frutos e produtos vegetais, por causa da precipitação de glicoproteínas salivares, ocasionando a perda de lubrificação. Além de serem toxinas que reduzem consideravelmente o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros quando incorporados a sua dieta. Eles também atuam como repelentes alimentares à grande variedade de animais que evitam plantas, ou parte delas que apresentam elevados níveis de tanino. Os taninos também servem como defesa ao ataque de microrganismos, muitas árvores possuem em seu cerne elevadas concentrações de taninos, os quais evitam a decomposição por fungos e bactérias (MONTEIRO *et al.*, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013).

### 2.1.3 Compostos Nitrogenados

Os compostos nitrogenados são metabólitos secundários que apresentam, ao menos, um átomo de nitrogênio na sua estrutura. Os mais relevantes que atuam na defesa vegetal são os alcalóides, os glicosídeos cianigênicos, os glucosinatos e os aminoácidos não proteicos (PERES, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os alcaloides são compostos muito conhecidos devido aos importantes efeitos farmacológicos em animais vertebrados. São sintetizados a partir de um ou poucos aminoácidos comuns, principalmente por lisina, tirosina e triptofano. A grande maioria dos alcaloides age como defesa contra herbívoros,

especialmente mamíferos, em razão da sua toxicidade geral e da capacidade de intimidação (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os glicosídeos cianogênicos não são tóxicos, mas se decompõem rapidamente quando a planta é lesada, liberando ácido cianídrico (HCN), um veneno gasoso. A presença dos glicosídeos cianogênicos impede a alimentação de insetos e de outros herbívoros. Os glucosinatos liberam toxinas voláteis de defesa, encontrados normalmente em Brassicaceae e famílias relacionadas, e liberam compostos responsáveis pelo cheiro e paladar característico de vegetais, como repolho, brócolis e rabanete (PEREZ, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013).

## 2.2 DEFESA VEGETAL

As defesas vegetais são mecanismos apresentados evolutivamente, uma vez que as plantas não possuem sistema imunológico. No entanto, são muito resistentes às doenças provocadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides presentes no ambiente. Esses mecanismos atuam na produção de agentes antimicrobianos, as fitoalexinas, um grupo de metabólitos secundários resistentes a microrganismos patogênicos presentes em uma grande diversidade de plantas. As fitoalexinas não estão presentes antes da infecção, mas são sintetizadas rapidamente após o ataque de microrganismo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A defesa induzida inclui a produção de proteínas de defesa, e a produção de metabólitos secundários tóxicos, e requerem menos recursos vegetais que as defesas constitutivas, porém devem ser ativadas rapidamente para serem eficazes (OGBEMUDIA; THOMPSON, 2014).

A principal rota envolvida nas defesas vegetais é a rota octadecanoide, que produz o hormônio vegetal denominado ácido jasmônico (AJ). Que aumenta rapidamente em resposta ao dano causado pelo inseto e estimula a transcrição de genes-chaves envolvidos nas defesas vegetais. O ácido jasmônico leva a produção de defesa, como os inibidores de protease e lectinas, e a síntese de metabólitos secundários tóxicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Compostos orgânicos voláteis podem ser liberados em resposta ao dano causado pelos insetos, esses voláteis atraem inimigos naturais do herbívoro, e atuam também como sinais para as plantas adjacentes, iniciando ativação dos genes relacionados à defesa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os patógenos possuem várias estratégias para invadir as plantas, como é a secreção de enzimas líticas para adentrar a cutícula e as paredes celulares, a entrada por poros naturais como os estômatos, invasão em locais feridos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Normalmente são três as estratégias de ataque dos patógenos quando no interior das plantas para utilizá-la como substrato, os patógenos necrotófico, secretam enzimas que degradam a parede celular, do hospedeiro, o tecido morre, sendo colonizado pelo patógeno e utilizado como alimento. Os patógenos biotróficos acarretam apenas um pequeno dado celular e o patógeno continua se alimentando do substrato da planta. Já os hemiotróficos são o estágio biotrófico inicial, podendo evoluir para estágio necrotrófico (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As defesas ativadas por ataque de herbívoros ou pela infecção de microrganismos demandam menos investimento de recursos das plantas, do que as defesas que estão sempre presentes (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A resposta hipersensitiva (HR) ou reação de hipersensibilidade em plantas é um dos principais eventos de respostas de defesa das plantas contra o ataque de patógenos, se caracterizando por ser uma resposta rápida e localizada, onde as células próximas ao local da infecção morrem rapidamente, impedindo o patógeno de adquirir nutrientes e impossibilitando que se espalhe (AGRIOS, 2004). Outra resposta de defesa é a infecção e formação de enzimas que atacam a parede celular do microrganismo. Algumas plantas reconhecem substâncias específicas liberadas por patógenos, e as plantas daquela espécie que são consideradas resistentes são as que respondem mais rapidamente e fortemente aos patógenos que as suscetíveis. Assim, a condição resistente está relacionada à velocidade e à intensidade das reações da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os vegetais possuem uma diversidade de receptores específicos que reconhece um grupo amplo de patógenos chamado padrões moleculares gerais associados a microrganismos (MAMPs), os quais ativam respostas de defesa específicas vegetais. Esses eliciadores, substâncias exógenas que induzem uma resposta da defesa vegetal, são moléculas derivadas de patógenos, evolutivamente conservadas, tais como elementos estruturais de parede celular de fungos ou flagelo bacteriano (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Outro sistema que fornece resistência específica a patógenos é permeado pela interação dos produtos do gene vegetal R (ou gene de resistência) e

dos produtos do gene de avirulência derivado do patógeno (*Avr*). No geral, os genes R codificam receptores proteicos, que reconhecem moléculas específicas derivadas dos patógenos. Os eliciadores incluem proteínas e peptídios provenientes da parede celular do patógeno, da membrana externa ou de um processo de secreção. A interação entre o produto do gene R (receptor hospedeiro) e seu correspondente produto dos genes *avr* (eliciador) é muito característica, e é referida como resistência gene-a-gene (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Posteriormente, quando os eliciadores são reconhecidos por um grupo de genes R ou um receptor MAMP, são ativadas rotas que levam as respostas de defesa, responsáveis pela indução de uma cascata de transdução de sinais. Um elemento inicial comum dessas cascatas é a mudança transitória na permeabilidade iônica da membrana plasmática (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Plantas que sobrevivem a infecções por patógenos, muitas vezes, têm um aumento da sua resistência a ataques futuros, processo chamado de resistência sistêmica adquirida (SAR), o qual se desenvolve depois de diversos dias da infecção inicial. A maioria das respostas bioquímicas está inativa até que seja ativada pelo tratamento de algum composto químico, os indutores de resistência, ou uma tentativa de infecção por fitopatógenos. Para que ocorra a SAR, o contágio inicial precisa resultar em lesões necróticas (HAMMOND-KOSACK; JONES, 2000).

A interação de plantas com bactérias não patogênicas pode provocar a resistência sistêmica induzida (RSI), inicialmente localizada na região de infecção, na tentativa de retardar ou impedir a entrada do patógeno (AGRIOS, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os estudos de metabólitos secundários apresentam muitas utilidades práticas. Pelo valor de atividades biológicas, muitas dessas substâncias são usadas comercialmente na fabricação de inseticidas, fungicidas e medicamentos, outras são aproveitadas para produzir fragrâncias, aromatizadores ou drogas de uso medicinal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A partir do exposto, elaborou-se uma sequência didática no intuito de promover a abordagem destes conhecimentos para estudantes da disciplina de Fisiologia Vegetal de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

### 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

Esse capítulo aborda o referencial teórico e metodológico acerca da construção da sequência didática. Sob o respaldo teórico dos princípios de Zabala (1998), desenvolveu-se uma sequência didática com diferentes modalidades didáticas e atividades avaliativas, com o objetivo de contribuir para aprendizagem dos conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal dos futuros professores. Apresentamos a estrutura da sequência didática elaborada e as atividades propostas.

O Produto Técnico Educacional completo, desenvolvido nesta pesquisa, está disponível em <<http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino>>. Para maiores informações, entre em contato com a autora pelo e-mail: [ynaiara\\_stopa@com.br](mailto:ynaiara_stopa@com.br).

#### 3.1 SEQUENCIA DIDÁTICA

Sequência didática (SD) é um instrumento que utiliza uma série de aulas que convergem para um tema principal e são desenvolvidas em variados módulos de conhecimento. A sequência se torna mais efetiva quando relacionada aos conhecimentos científicos, à aprendizagem e ao contexto social dos alunos (ZABALA, 1998).

Ainda conforme Zabala (1998, p. 18), sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos”. As relações constituídas entre os professores, alunos e conteúdos de aprendizagem determinam a chave do ensino e indicam os diferentes papéis dos professores e alunos (ZABALA, 1998).

As atividades sistematizadas em uma SD obtêm um maior valor significativo, segundo Zabala (1998), pois são antecipadamente planejadas para que a aplicação e avaliação aconteçam de forma a favorecer a construção do conhecimento do aluno, a partir da realização de atividades e sua retomada (ZABALA, 1998). Assim, Zabala (1998, p. 20) afirma que

As sequências didáticas são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir (1998, p. 20).

Ao planejar sua aula, o professor deve pensar como ensinar e quais recursos utilizar para realizar uma boa aula, garantindo a aprendizagem dos alunos. Contudo, esbarra em questões metodológicas, as quais se tornam obstáculos no seu trabalho em sala de aula. Nesse sentido, Zabala (1998, p. 54-55) declara que

[...] a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm as razões que as justificam e a necessidade de introduzir mudanças ou atividades novas que melhorem. Assim, pois, a pergunta que devemos nos fazer, em primeiro lugar, é se esta sequência é mais ou menos apropriada e, por conseguinte, quais são os argumentos que nos permitem fazer esta avaliação (ZABALA, 1998, p. 54, 55).

Desse modo, segundo Zabala (1998), para elaborar uma sequência com atividades diferenciadas a fim de atingir diferentes objetivos, é necessário mudar o enfoque, pois conteúdos complexos não são compreendidos apenas com uma explicação. Assim, as sequências se distinguem de outras estratégias de ensino pelo modo de articular suas atividades propostas. As interações e relações de ensino dos conteúdos de aprendizagem salientam a importância das atividades propostas que constituem o processo de aprendizagem (ZABALA, 1998).

O autor propõe quatro exemplares ou modelos de unidades de intervenção, contudo, as variáveis dos objetivos de cada uma delas são comuns e consiste, basicamente, no grau de participação dos estudantes e nos diferentes conteúdos trabalhados (ZABALA, 1998). Como exemplar, a unidade didática quatro sugerida por Zabala (1998, p. 58), foi utilizada como base para elaborar a sequência dessa pesquisa. A sequência é composta por dez passos principais demonstrados no Quadro 1:

**Quadro 1 - Exemplar sequência didática – Unidade 4**

1) Apresentação por parte do(a) professor(a) de uma situação problemática relacionada com o tema	O professor desenvolve um tema entorno de um fato/acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos pelos alunos. Os conteúdos do tema podem ir de encontro com conflitos sociais, históricos, diferença de interpretação de obras literárias ou artísticas, até o contraste entre um conhecimento vulgar de determinados fenômenos biológicos e possíveis explicações científicas.
2) Proposição de problemas ou questões	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, expõem as respostas intuitivas ou suposições sobre cada um dos problemas e situações propostos.
3) Explicitação de respostas intuitivas ou suposições	Os alunos, coletivamente, dirigidos e ajudados pelo professor, deliberam sobre as respostas intuitivas.
4) Proposta das fontes de informação	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, propõem as fontes de informação mais apropriadas para cada uma das questões: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo.
5) Busca da Informação	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, realizam a coleta dos dados que as diferentes fontes lhes proporcionaram. A seguir selecionam e classificam estes dados.
6) Elaboração das conclusões	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, elaboram as conclusões que se referem às questões e aos problemas propostos.
7) Generalização das conclusões e síntese	Com as contribuições do grupo e as conclusões obtidas o professor estabelece as leis, os modelos e os princípios que se deduzem do trabalho realizado.
8) Exercícios de memorização	Os estudantes, individualmente, realizam exercícios de memorização que lhes permitem lembrar dos resultados das conclusões, da generalização e da síntese.
9) Prova ou exame	Na classe, todos os alunos respondem às perguntas e fazem os exercícios do exame durante uma hora.
10) Avaliação	A partir das observações que o professor fez ao longo da unidade e a partir do resultado da prova, este comunica aos alunos a avaliação das aprendizagens realizadas.

**Fonte:** Zabala (1998, p. 58).

Zabala (1998) sugere uma composição de atividades, nesse modelo de unidade didática, que podem ser classificados em três tipos de conteúdo, os conceituais, os procedimentais e os atitudinais.

Comumente, a separação dos conteúdos ocorre de acordo com uma concepção disciplinar, por meio de uma classificação tradicional, mas se considerar os princípios segundo a tipologia dos conteúdos que o autor determina como conceitual, procedimental e atitudinal, é possível verificar que existe uma similaridade na maneira de aprendê-los e ensiná-los, pois são conceitos, fatos,

métodos, procedimentos e atitudes. assim, o conhecimento da aprendizagem assumiu características de acordo com as diferenças tipológicas dos inúmeros conteúdos (ZABALA, 1998).

Os conteúdos factuais se referem a fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos. Possuem caráter descritivo e concreto, são associados a conceitos de possível interpretação, como, por exemplo, a localização de uma cidade, um fato histórico. Trata-se de um conhecimento indispensável, pois auxilia na compreensão de outros mais complexos. Não é um conteúdo que necessita de uma compreensão complexa, no entanto, por possuir um caráter arbitrário, não deve ser feito de maneira mecânica (ZABALA, 1998).

Os conteúdos procedimentais integram regras, técnicas, métodos, habilidades, estratégia e procedimento, ou seja, são um conjunto de ações ordenadas tendo por finalidade atingir um objetivo comum. A aprendizagem desse conteúdo deve partir de situações significativas e funcionais a fim de que o estudante possa utilizá-la posteriormente (ZABALA, 1998).

A abordagem dos conteúdos atitudinais integra diversos conteúdos que podem ser agrupados em normas, valores e atitudes, e sua aprendizagem possui relação com os componentes cognitivos, afetivos e condutuais que cada um apresenta (ZABALA, 1998).

No âmbito do processo avaliativo das atividades da sequência didática, com base em Zabala (1998, p. 198) “[...] o objeto de avaliação deixa de se centrar exclusivamente nos resultados obtidos e se situa prioritariamente no processo de ensino/aprendizagem, tanto do grupo/classe como de cada um dos alunos”. A avaliação tem como função auxiliar na formação integral do aluno, para desenvolver todas suas capacidades e não somente a cognitiva. Assim, é necessário levar em consideração os “conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovam as capacidades motoras, de equilíbrio e autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social” (ZABALA, 1998, p. 197).

Zabala (1998) nos mostra a avaliação formativa, que consiste em avaliação inicial (diagnóstica), avaliação reguladora (formativa) e avaliação integradora (somativa).

A primeira fase da avaliação é chamada de avaliação inicial ou diagnóstica, e tem por finalidade investigar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conteúdos previstos que serão ensinados pelo professor, além de

estabelecer os tipos de atividades e tarefas que possibilitem o desenvolvimento pessoal de cada estudante (ZABALA, 1998).

A próxima etapa está relacionada à avaliação formativa. De acordo com Zabala (1998, p. 200) “é o conhecimento de como cada estudante aprende durante o processo de ensino/aprendizagem, para se adaptar às novas necessidades que se colocam, é o que podemos denominar de avaliação reguladora.” A avaliação é um instrumento educativo que tem por objetivo informar e reconhecer o processo de aprendizagem dos estudantes, auxiliando na reflexão de ensino pelo professor, para assim oportunizar as propostas educacionais mais adequadas (ZABALA, 1998). A avaliação final, de acordo com o autor, permite identificar os resultados obtidos e os conhecimentos apropriados pelos estudantes em todo percurso da sequência didática.

### 3.2 SEQUENCIA DIDÁTICA SISTEMATIZADA

Do princípio proposto por Zabala (1998) foi desenvolvida uma sequência didática com diferentes modalidades didáticas e atividades avaliativas, com objetivo de contribuir para aprendizagem de futuros professores em relação aos conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal de futuros professores.

A sequência didática detalhada por aula encontra-se na produção técnica disponível em <http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino>, na seção Produtos Educacionais. Onde, será possível visualizar o tema, duração, objetivo, modalidade didática, estratégia de ensino, justificativa e avaliação sugerida para cada aula.

Assim, a seguir apresentamos o quadro geral da sequência didática sistematizada (Quadro 2), contendo as atividades e quantidades de horas/aula para cada aula.

**Quadro 2** - Quadro geral dos encontros da sequência didática elaborada e adaptada de Zabala (1998).

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participantes: estudantes do quarto ano de um curso de Ciências Biológicas de uma universidade estadual localizada na região norte do estado do Paraná;</li> <li>• Objetivos: conceituar os conteúdos específicos de <i>metabolismo secundário e defesa vegetal</i> e os processos relacionados, para auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos, sua relevância no meio ambiente, na sua prática em sala de aula e no desenvolvimento de práticas laboratoriais contribuindo assim para o processo de formação inicial de professores.</li> <li>• Duração horas/aula (estimativa): catorze horas/aula, estruturadas em sete encontros;</li> <li>• Recursos: quadro de giz, kit multimídia (datashow e notebook), laboratório, vidrarias de laboratório, papel sulfite, lápis, caneta, borracha e modelo didático pedagógico.</li> <li>• Total de encontros: sete encontros, com aproximadamente duas horas/aula cada.</li> </ul>				
Encontros	Estratégia de Ensino	Atividades Avaliativas Propostas		Duração
		Modalidade	Instrumento Avaliativo	
<u>1º Encontro</u>	- Explicação sobre a pesquisa; - Termo de Consentimento; - Atividade Diagnóstica inicial (atividade avaliativa; coleta de dados).	Avaliação diagnóstica inicial (A1)	Questionário inicial	2 horas/aula
<u>2º Encontro</u>	- Nivelamento: Abordagem dos conteúdos como pré-requisito para o conteúdo de metabolismo secundário e defesa vegetal.	Avaliação formativa (A2)	Síntese Avaliativa	2 horas/aula
<u>3º Encontro</u>	- Conteúdos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabólitos secundários</li> <li>• Terpenos</li> </ul>	Avaliação formativa (A3)	Síntese Avaliativa	2 horas/aula
<u>4º Encontro</u>	- Aula Prática: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema: Alelopatia</li> </ul>	Atividade formativa (A4)  Atividade formativa (A5)	Síntese Avaliativa  Relatório Aula Prática	2 horas/aula

<u>5º Encontro</u>	- Observação e análise dos resultados da aula prática.	Atividade formativa (A6)	Síntese Avaliativa	2 horas/aula
<u>6º Encontro</u>	- Conteúdo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostos Fenólicos;</li> <li>• Compostos Nitrogenados e</li> <li>• Defesas vegetais contra patógenos.</li> </ul>	Atividade formativa (A7)  Atividade formativa (A8)	Atividade Resolução de Problemas  Síntese Avaliativa	2 horas/aula
<u>7º Encontro</u>	- Atividade Avaliativa Final	Atividade avaliativa final (A9)	Questionário final	2 horas/aula

**Fonte:** A autora (2020).

A sequência didática, como apresentada no quadro acima é composta por sete aulas, que totalizam 14 horas/aula, porém, essa carga horária pode variar dependendo do faixa etária, ritmo de aprendizagem e interesse dos alunos. As atividades propostas tiveram a intenção de atender a pluralidade dos estudantes que participaram.

A sequência apresentada nesse estudo pode e deve ser adaptada conforme a necessidade do professor, incluindo ou excluindo atividades, adequá-las conforme as necessidades dos alunos ajustá-las de acordo com a quantidade de aulas disponíveis e até utilizá-la como base para ensinar outros conteúdos.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

### 4.1 PESQUISA QUALITATIVA

O presente estudo foi configurado de acordo com os pressupostos metodológicos da pesquisa qualitativa, segundo os aportes de Bogdan e Biklen (1994). A pesquisa qualitativa é amplamente utilizada nas Ciências Humanas e Sociais, visto que oferece suporte aos pesquisadores no estudo de temáticas não quantificáveis e que abrangem descrições detalhadas de processos, técnicas e análises (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A pesquisa qualitativa tem como característica ser uma pesquisa descritiva, cujo instrumento principal é o investigador, o ambiente natural à fonte de dados. Os investigadores tendem a analisar seus dados de forma intuitiva, e o significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Esse tipo de pesquisa possibilita ao pesquisador:

[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados. Recorrem à observação empírica por considerarem que é em função de instâncias concretas do comportamento humano que se pode refletir com maior clareza e profundidade sobre a condição humana (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70).

A análise qualitativa é descritiva visto que os dados obtidos são em formas de palavras ou imagens e não em números. Os dados abrangem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais. Dessa forma, segundo Bogdan e Biklen (1994), os investigadores buscam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando, a forma em que esses foram registrados ou transcritos.

### 4.2 COLETA DE DADOS

A coleta foi realizada por meio das atividades avaliativas propostas na sequência didática, composta por questionários, relatórios, situações problema e pela síntese avaliativa, que, segundo Barbosa (2017, p. 82), tem como objetivo

“fazer com que os alunos revelem suas facilidades, dificuldades e que o façam refletir a respeito do encontro realizado, se foi produtivo, o que chamou mais atenção e o que pode ser melhorado”, além de auxiliar o professor a adequar as atividades para um próximo encontro.

Para análise dos dados, utilizou-se as atividades avaliativas propostas na sequência didática, composta por questionários e situação problema, conforme apêndice B, C, D e E, constituintes dos instrumentos de coleta de dados.

O questionário é um instrumento de coleta de dados formado por uma série de perguntas ordenadas, podendo ser classificadas em três categorias (MARCONI; LAKATOS, 2003):

- a) Perguntas abertas. Também chamadas livres ou não limitadas, são as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões.
- b) Perguntas fechadas ou dicotômicas. Também denominadas limitadas ou de alternativas fixas, são aquelas que o informante escolhe sua resposta entre duas opções: sim e não.
- c) Perguntas de múltipla escolha. São perguntas fechadas, mas que apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto (LAKATOS, MARCONI, 2003 p. 205-206).

Na elaboração de questionários da sequência didática, decidimos empregar as questões abertas, pois oportunizam investigações mais profundas e precisas. As atividades avaliativas foram codificadas como: A1, A2, A3...A10. Para análise dos dados, utilizamos as atividades A1, A9 e A10.

#### 4.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A sequência didática proposta nessa pesquisa foi aplicada em uma universidade pública situada em uma cidade da região Norte do Paraná, no período de setembro a outubro de 2019, aos licenciandos que cursavam a disciplina de Fisiologia Vegetal do 4º ano do curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, no período noturno. Mediante assinatura do termo de consentimento (Apêndice A), participaram da pesquisa 26 estudantes, com idade entre vinte a trinta anos, sendo 16 do sexo feminino e 10 do sexo masculino. Por questão de ética, todos os licenciandos foram codificados pela letra L, seguido de um número ordinal: L1, L2, L3, L4, L5...L26.

Apesar de 26 estudantes terem participado da pesquisa, foram analisados os dados daqueles que participaram de todas as aulas e entregaram todas as atividades propostas, perfazendo um total de 11 estudantes - seis do sexo feminino e cinco do sexo masculino.

#### 4.4 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA PARA ANÁLISE DE DADOS

A análise textual discursiva tem sido cada vez mais utilizada nas pesquisas investigativas para compreensão dos fatos, por intermédio de textos, entrevistas, observações e sequências didáticas (MORAES; GALIAZZI, 2014). Esse tipo de análise pode ser compreendida como

[...] um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: a unitarização – desconstrução dos textos do corpus; a categorização – estabelecimento de relações entre os elementos unitários; e por último o captar de um novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003, p. 192).

São necessárias quatro etapas para realizar a análise textual discursiva conforme expõem Moraes e Galiazzi (2014, p. 11-12)

a) Desmontagem dos textos ou unitarização: consiste no processo de examinar os materiais sob estudo, subdividindo-os até se chegar a unidades constituintes. Nessa primeira etapa são realizadas a fragmentação dos textos e a codificação das análises; a reescrita de cada análise a fim de que assumam significados; e a atribuição de um título (nome) para cada unidade produzida.

b) Estabelecimento de relações ou categorização: nesta fase as unidades obtidas na etapa anterior são combinadas e classificadas para serem (re)unidas em grupos mais complexos, ou seja, em categorias.

c) Captação do novo emergente: após uma análise aprofundada dos dados pormenorizados e (re)unidos em conjuntos característicos, uma nova compreensão poderá surgir desses dados. Informações implícitas poderão emergir mediante o percurso completo das etapas anteriores. Assim, novas compreensões tanto quanto suas críticas e validações são previstas para etapa. O resultado desse processo será um metatexto que representará o produto de uma nova combinação de elementos.

d) Processo de auto-organização: todo o percurso acima descrito para análise de dados é apresentado como um processo racionalizado e planejado a partir do qual novas compreensões poderão surgir. Entretanto, mesmo diante de um processo considerado auto-organizado, os resultados não podem ser previstos.

Assim, nesta pesquisa empregou-se a análise textual discursiva para analisar as atividades dos estudantes que integraram a amostra cuja coleta foi realizada por meio de uma sequência didática.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo apresenta a análise, à luz da análise textual discursiva, das atividades realizadas pelos licenciandos no decorrer da aplicação. Das nove atividades que constituíram a sequência didática, utilizou-se como *corpus* de análise a resposta de apenas três delas, para verificar se sequência didática contribuiu para o processo aprendizagem dos estudantes sobre o conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal. Estas foram: Atividade 1 - Avaliação diagnóstica e Atividade 9 – Avaliação final (apêndices B e D). Além disso, os licenciandos responderam a uma avaliação da sequência, que consideramos como atividade 10 (Apêndice E). É importante ressaltar que a veracidade das falas foi mantida, assim como os registros com erros ou entendimento equivocado.

Alicerçado no referencial teórico e nos objetivos na pesquisa, os dados das atividades foram analisados em cinco categorias a priori: Categoria 1- Fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento vegetal; Categoria 2 - Especificidade na relação planta/animal – atração; Categoria 3 - Especificidade na relação planta/animal – Defesa; Categoria 4 - Mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa; Categoria 5 - Contribuições e limitações da sequência didática.

**Quadro 3** - Categoria 1 – Fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento vegetal.

Unidades	Excertos
Abióticos	<p><i>“Vários fatores podem influenciar, dentre alguns deles a água, sais minerais, um solo bem fértil” (L13, A1, Q1).</i></p> <p><i>“[...] influência da temperatura, nutrientes essenciais presentes no dessa planta, chuva [...]” (L14, A1, Q1).</i></p> <p><i>“[...] água, nutrientes, ambiente [...], solo, atmosfera.” (L16, A1, Q1).</i></p> <p><i>“Temperatura, umidade, disponibilidade de água no solo [...]” (L20, A1, Q1).</i></p> <p><i>“Temperatura, humidade do solo, PH do solo, disponibilidade de nutrientes no solo, presença ou ausência de oxigênio no solo, tipo de matriz que a planta está” (L22, A1, Q1).</i></p> <p><i>“Vários fatores como: temperatura, clima, tipo de solo, disposição de nutrientes, PH, esses fatores podem desacelerar o desenvolvimento da planta” (L25, A1, Q1).</i></p> <p><i>“Disponibilidade de oxigênio, água, temperatura, sazonalidade, ciclo circadiano, altitude, unidade e etc” (L18, A9, Q1).</i></p>

	<i>“Temperatura, sazonalidade, ciclo circadiano [...]”</i> (L22, A9, Q1).
Bióticos	<p><i>“[...] pragas e doenças [...]”</i> (L20, A1, Q1).</p> <p><i>“Pode influenciar o desenvolvimento da planta [...] pragas que normalmente afetam sua estrutura e fisiologia”</i> (L13, A9, Q1).</p> <p><i>“[...] a alelopatia, sendo o efeito (inibitório ou estimulante), que uma planta pode ter sobre outra, sendo um mecanismo de defesa, estratégia reprodutiva.”</i> (L16, A9, Q1).</p> <p><i>“[...] ataque de predadores”</i> (L20, A9, Q1).</p> <p><i>“[...] exposição a patógenos”</i> (L22, A9, Q1).</p>

Fonte: A autora (2020)

Na Categoria 1 - Fatores bióticos e abióticos no desenvolvimento vegetal podemos observar que os estudantes, ao responderem o questionário inicial (Avaliação Diagnóstica) sobre fatores que influenciam o desenvolvimento vegetal, elencaram a maior parte dos excertos relacionados a fatores abióticos, como os licenciandos L16 e L22, na atividade 1 demonstrando que os fatores abióticos tem influência nos vegetais quando dizem: *“[...] água, nutrientes, ambiente [...], solos, atmosfera.”* (L16, A1, Q1); e *“Vários fatores como: temperatura, clima, tipo de solo, disposição de nutrientes, PH, esses fatores podem desacelerar o desenvolvimento da planta”*(L25, A1, Q1). Apenas um estudante se referiu a fator biótico na influência dos vegetais na avaliação diagnóstica ao dizer *“pragas e doenças”* (L20, A1, Q1).

Os conhecimentos apresentados pelos estudantes vão ao encontro do conteúdo de metabólitos secundários. De acordo com Gobbo-Neto e Lopes (2007), diversos fatores bióticos podem influenciar o conteúdo de metabólitos secundários, tais como: temperatura, água, sazonalidade, radiação ultravioleta, altitude, composição atmosférica, ritmo circadiano e índice de chuvas. A variação desses fatores abióticos dependendo do estresse causado na planta podendo aumentar ou diminuir a quantidade de compostos químicos.

No primeiro momento a maioria dos excertos textuais dos estudantes estava relacionado a fatores abióticos, contudo observamos ao longo da sequência didática, que os estudantes puderam ajustar seus conhecimentos e temos um acréscimo dos fatores bióticos nas respostas dos estudantes como pode ser observado nos excertos: *“Pode influenciar o desenvolvimento da planta [...] pragas que normalmente afetam sua estrutura e fisiologia”* (L3, A9, Q1); *“[...] a alelopatia, sendo o efeito (inibitório ou estimulante), que uma planta pode ter sobre outra, sendo*

*um mecanismo de defesa, estratégia reprodutiva.*” (L16, A9, Q1); “[...] pragas e doenças [...]” (L20, A1, Q1); “[...] ataque de predadores” (L20, A9, Q1).

Os estudantes já possuíam muitos conhecimentos prévios sobre o assunto da temática, como podemos observar nos excertos textuais. No entanto, percebemos que houve uma ampliação deste conhecimento ao longo das atividades, quando o estudante L22, na primeira atividade respondeu sobre os fatores que podem influenciar o desenvolvimento vegetal: “*Temperatura, humidade do solo, PH do solo, disponibilidade de nutrientes no solo, presença ou ausência de oxigênio no solo, tipo de matriz que a planta está.*” (A1, Q1), se referindo apenas a fatores abióticos e no segundo momento após a aplicação da sequência, o mesmo estudante exemplificou a influência de fatores bióticos, como pode ser observado no excerto: “[...] exposição a patógenos” (L22, A9, Q1).

De acordo com Ferreira; Borghetti (2004) e Palacios; Serra; Torres (2013), fatores abióticos que possuem influência sobre as plantas, e conseqüentemente sobre os metabólitos secundários são luz, água, vento, temperatura, pH, nutrientes, poluentes e metais pesados. Já os fatores bióticos, são interações com outros seres vivos pertencentes a todos os reinos conhecidos, e podem ser benéficas ou causar prejuízos ao vegetal. Dentre as inúmeras possibilidades de interação entre as plantas e outros indivíduos, podemos citar os herbívoros, animais dispersores de sementes, os microrganismos (bactérias, fungos, protozoários e vírus) (KLEINGESINDS; GALDEANO, 2013), é a alelopatia, que é a interferência positiva ou negativa dos aleloquímicos, compostos secundários produzidos pelas plantas, que possuem interferência sobre o desenvolvimento de outra planta (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Assim podemos considerar que os conhecimentos apresentados pelos estudantes aproximam-se do que é abordado no conhecimento científico.

A seguir, demonstramos a segunda categoria de análises - Especificidade na relação planta/animal – Atração.

**Quadro 4** - Categoria 2 – Especificidade na relação planta/animal – Atração.

Unidades	Excertos
Noções inadequada ou desconhecimento	<i>Não houve</i>
Noções parcialmente adequadas ou incompletas	<p><i>“Atraem pela sua coloração chamativa, por odores e outros mecanismos” (L9, A1, Q5).</i></p> <p><i>“A planta possuem aparatos, cores, estruturas que atraem os polinizadores e dispersores de semente” (L11, A1, Q5).</i></p> <p><i>“Muitas plantas possuem coloração ou odores que atraem polinizadores que acabam dispersando as sementes” (L17, A1, Q5).</i></p> <p><i>“Elas atraem esses agentes por meio de coloração atrativas e liberam substâncias que possuem um aroma atrativo” (L20, A1, Q5).</i></p> <p><i>“Elas produzem odores para atrain-los, uma coloração chamativa” (L22, A1, Q5).</i></p> <p><i>“Principalmente devido à coloração de folhas e flores, que acaba atraindo insetos, polinizadores e animais dispersores que se alimentam das sementes ou as carrega consigo para dispersar” (L25, A1, Q5).</i></p> <p><i>“Atraem por sua coloração e outros mecanismos de estratégias” (L9, A9, Q5).</i></p>
Noções adequadas	<p><i>“[...] a partir de seus metabólitos secundários as plantas podem produzir odores, cores que atraem polinizadores e dispersores” (L11, A9, Q5).</i></p> <p><i>“Alguns metabólitos secundários das plantas tem a função de atrair dispersores e polinizadores, seja por conta de uma coloração atrativa em uma flor ou um feromônio que os atrai” (L20, A9, Q5).</i></p> <p><i>“Elas produzem compostos que atraem polinizadores e dispersores de sementes [...]” (L22, A9, Q5).</i></p> <p><i>“[...] há componentes na planta como flavonoides, que agregam coloração e isso atrai insetos e dispersores de sementes” (L25, A9, Q5).</i></p>

**Fonte:** A autora (2020).

Os licenciandos do 4º ano de Ciências Biológicas já possuíam conhecimentos prévios sobre as formas de defesa das plantas e maneiras de atração das plantas, por meio de comentários do docente da disciplina de Fisiologia Vegetal, durante suas aulas dos diversos conteúdos da disciplina, de maneira

simplificada. Contudo, a aquisição de conhecimentos mais aprofundados da temática foi possibilitada a partir da sequência didática.

Como pode ser observado na Categoria 2 - Especificidade na relação planta animal - Atração, elencamos a maior parte dos excertos dos estudantes como noções parcialmente adequadas ou incompletas, isso se deu porque, nas atividades para identificar os conhecimentos prévios, os estudantes demonstraram algum conhecimento relacionado a este conteúdo. Nos excertos, observou-se que os estudantes são capazes de identificar a relação de atração entre planta animal: “*A planta possuem aparatos, cores, estruturas que atraem os polinizadores e dispersores de semente*” (L11, A1, Q5); “*Elas atraem esses agentes por meio de coloração atrativas e liberam substâncias que possuem um aroma atrativo*” (L20, A1, Q5); “*Elas produzem odores para atraí-los, uma coloração chamativa*” (L22, A1, Q5). Verifica-se nos fragmentos textuais dos estudantes, que eles possuem conhecimento da relação de atração das plantas, e exemplificam alguns mecanismos atrativos.

E ao longo da sequência após introduzir a conhecimento científico, os estudantes começaram identificar e nomear os compostos atrativos presentes nas plantas; “[...] *a partir de seus metabólitos secundários as plantas podem produzir odores, cores que atraem polinizadores e dispersores*” (L11, A9, Q5); “*Alguns metabólitos secundários das plantas tem a função de atrair dispersores e polinizadores, seja por conta de uma coloração atrativa em uma flor ou um feromônio que os atraí*” (L20, A9, Q5); “[...] *há componentes na planta como flavonoides, que agregam coloração e isso atrai insetos e dispersores de sementes*” (L25, A9, Q5). Observamos assim uma ampliação de conhecimento dos estudantes em relação aos conteúdos científicos de metabólitos secundários.

Segundo García e Carril, 2009, alguns produtos do metabolismo secundário têm funções ecológicas específicas como atrativos de animais. Muitos são pigmentos que dão cor às flores e aos frutos, desempenhando um papel essencial na reprodução, atraindo insetos polinizadores ou animais que usarão os frutos como fonte de alimento, contribuindo assim para a dispersão das sementes. Alguns compostos como antocioninas são flavonoides responsáveis pela pigmentação que atraem polinizadores e dispersores (VIZZOTTO; KROLWO; WEBER, 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013).

A comunicação química entre polinizadores e as plantas tem início de forma geral, pelos compostos voláteis liberados, que sinalizam para os animais polinizadores, como borboletas, abelhas, besouros, morcegos a presença de uma recompensa (néctar, resinas, óleos), que é retirada pelo animal que poliniza o vegetal (TRIGO; BITTRICH; AMARAL; 2000).

No entanto, em alguns excertos da Categoria 2, percebemos que ao final da sequência didática, na atividade avaliativa A9, o licenciando continua a apresentar noções parcialmente adequadas sobre especificidade atrativa das plantas: *“Atraem por sua coloração e outros mecanismos de estratégias”* (L9, A9, Q5). Evidenciamos assim, que a participação de cada licenciando foi diferenciada ao longo da aplicação da sequência didática, pois o processo de aprendizagem ocorre de maneira diferente para cada um. Procurou-se ao longo da sequência didática diferenciar as modalidades didáticas para contribuir com os diferentes tipos de aprendizagem.

A seguir, apresentamos a categorização e análise das noções relacionadas à categoria - Especificidade na relação planta/animal – Defesa.

**Quadro 5 - Categoria 3 – Especificidade na relação planta/animal – Defesa.**

Unidades	Excertos
Noções inadequadas ou desconhecimento	<i>“Não sei”</i> (L7, L 11, L13, L22, A1, Q3). <i>“Não me lembro”</i> (L18, A1, Q3).
Noções parcialmente adequadas ou incompletas	<i>“Apresentam espinhos, cheiros fortes, toxinas e outros aparatos para defesa”</i> (L11, A1, Q2). <i>“Por conter toxinas”</i> (L17, A1, Q4). <i>“[...] para se defender algumas plantas produzem substâncias que inibem a presença de insetos e herbívoros [...] é possível ainda o gosto ser tão forte e característico que ao por a boca o animal já solte”</i> (L18, A1, Q4). <i>“Os vegetais podem produzir toxinas para evitar a predação, podem ter espinhos também ou produzir substâncias com gosto amargos”</i> (L20, A1, Q2).
Noções adequadas	<i>“Quando em situação de risco alguns vegetais produzem substâncias químicas como meio de sobrevivência e expulsão de predadores.”</i> (L7, A9, Q6). <i>“Através de produção de metabólitos secundários como terpenos, fenólicos, nitrogenados que possuem classes que atuam na defesa do vegetal.”</i> (L11, A9, Q2).

	<p><i>“Compostos secundários, produtos da fotossíntese, podem ser ativados na planta no momento de estresse ou já estarem presentes na mesma” (L16, A9, Q6).</i></p> <p><i>“Os vegetais (alguns indivíduos) podem produzir metabólitos secundários, capazes de defender contra patógenos e predadores.” (L18, A9, Q2).</i></p> <p><i>“[...] quando um predador ataca a planta ela produz substância (metabólito secundário) que pode inibir mais a predação. Poder haver substâncias que são produzidas o tempo todo pela planta e outras que são produzidas somente quando atacadas” (L20, A9, Q2).</i></p> <p><i>“O aumento na produção de metabólitos secundários, específico que vai ajudar a planta a se defender daquele herbívoro ou patógeno” (L22, A9, Q3).</i></p> <p><i>“[...] além de compostos que atraem um predador do herbívoro que a está atacando” (L22, A9, Q5).</i></p>
--	---

Fonte: A autora (2020).

Na Categoria 3 - Especificidade na relação planta/animal - Defesa, pode ser observado que alguns estudantes têm a ideia prévia de que existem substâncias que a planta produz, mas não conseguem identificar como isso ocorre: *“[...] para se defender algumas plantas produzem substâncias que inibem a presença de insetos e herbívoros [...] é possível ainda o gosto ser tão forte e característico que ao por a boca o animal já solte” (L18, A1, Q4); “Os vegetais podem produzir toxinas para evitar a predação, podem ter espinhos também ou produzir substâncias com gosto amargos” (L20, A1, Q2).*

As repostas dadas pelos estudantes estão próximas do que é abordado no conhecimento científico, pois conforme Grodnitzky e Coats (2002), uma grande diversidade de bioquímicos produzidos pelos vegetais é tóxica, repelente ou antinutritiva para herbívoros de todos os tipos, assim a química das plantas é uma grande barreira à herbivoria.

Após a realização da sequência didática, foi possível verificar uma ampliação e ajuste dos conhecimentos dos estudantes, na atividade 1 alguns estudantes apresentaram desconhecimento *“Não sei” (L7, L 11, L13, L22, A1, Q3)*, e a partir das atividades da sequência didática puderam ajustar seu conhecimento, como observado nos excertos: *“Através de produção de metabólitos secundários como terpenos, fenólicos, nitrogenados que possuem classes que atuam na defesa do vegetal” (L11, A9, Q2); “O aumento na produção de metabólitos secundários,*

*específico que vai ajudar a planta a se defender daquele herbívoro ou patógeno”*(L22, A9, Q3).

Desse modo, o conhecimento apresentada pelo estudante L11 vai de encontro com o conhecimento científico. Segundo Taiz e Zeiger (2013), os metabólitos secundários são divididos em três grupos quimicamente distintos os terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Uma alta diversidade de compostos secundários com função proeminente na proteção contra predadores e patógenos microbianos são produzidos pelas plantas (OGBEMUDIA; THOMPSON, 2014).

Os estudantes que apresentavam conhecimentos parcialmente adequados ou incompletos apresentaram uma evolução e ampliaram esses conhecimentos e ajustaram alguns conceitos. Como os licenciandos L18 e L20 que na Atividade 1, demonstram que as plantas produzem substâncias e/ou toxinas quando dizem: “[...] *para se defender algumas plantas produzem substâncias que inibem a presença de insetos e herbívoros [...] é possível ainda o gosto ser tão forte e característico que ao por a boca o animal já solte*” (L18, A1, Q4); “*Os vegetais podem produzir toxinas para evitar a predação, podem ter espinhos também ou produzir substâncias com gosto amargos*” (L20, A1, Q2).

Na atividade 4 após abordagem dos conteúdos os licenciandos apresentaram esses conhecimentos de forma contextualizada: “*Os vegetais (alguns indivíduos) podem produzir metabólitos secundários, capazes de defender contra patógenos e predadores*” (L18, A9, Q2); “[...] *quando um predador ataca a planta ela produz substância (metabólito secundário) que pode inibir mais a predação. Poder haver substâncias que são produzidas o tempo todo pela planta e outras que são produzidas somente quando atacadas*” (L20, A9, Q2).

Outros exemplos podem ser observados nos seguintes excertos: “*Quando em situação de risco alguns vegetais produzem substâncias químicas como meio de sobrevivência e expulsão de predadores*” (L7, A9, Q6); “*Compostos secundários, produtos da fotossíntese, podem ser ativados na planta no momento de estresse ou já estarem presentes na mesma*” (L16, A9, Q6).

Desse modo, nos trechos analisados, evidenciamos que os alunos tiveram uma evolução e ampliaram seus conhecimentos, e adequaram suas noções ao conhecimento científico.

Taiz e Zeiger (2013) destacam que inúmeros produtos do metabolismo secundários constituem defesas químicas que protegem as plantas do ataque de herbívoros e patógenos. Muitos taninos possuem toxinas que reduzem o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros quando integrados a dieta. Os isoflavonas produzem compostos antimicrobiano em resposta à infecção de microrganismos patogênicos (VIZZOTO; KROLWO; WEBER, 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013).

As plantas possuem sistema de reconhecimento e sinalização específicos que permitem a detecção rápida de invasão de patógenos e o início de vigorosas respostas defensivas, uma vez infectadas, e também desenvolvem imunidade a ataques microbianos futuros (OGBEMUDIA; THOMPSON, 2014).

A seguir, apresentamos a categorização e análise relacionadas à quarta categoria - “Mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa”.

**Quadro 6** - Categoria 4 – Mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa.

Unidades	Excertos
Noções distantes ao conhecimento científico ou desconhecimento	<p>“<i>Não lembro</i>” (L7, Q6).</p> <p>“<i>Acho que sim, mas não me lembro</i>” (L18, A1, Q6).</p> <p>“<i>[...] podem utilizar a captação de nutrientes necessários no momento</i>” (L17, A1, Q6).</p>
Noções incompletas em relação ao conhecimento científico	<p>“<i>[...] DNA (resistente) em algumas, estratégia de sobrevivência</i>” (L14, A1, Q6).</p> <p>“<i>[...] no inverno por exemplo algumas plantas diminuem sua atividade metabólica</i>” (L20, A1, Q6).</p> <p>“<i>[...] acúmulo de água para suportar ambientes secos [...]</i>” (L22, A1, Q6).</p> <p>“<i>[...] o cacto do deserto desenvolve a capacidade de acumular água para suportar períodos secos extensos</i>” (L25, A1, Q6).</p>
Noções próximas ao conhecimento científico	<p>“<i>Quando em situações de risco alguns vegetais produzem substâncias químicas como meio de sobrevivência [...]</i>” (L7, A9, Q6).</p> <p>“<i>[...] Metabólitos secundários, tem vários grupos que ajudam os vegetais a sobreviverem dos perigos no ambiente</i>” (L14, A9, Q6).</p> <p>“<i>[...] produção de metabólitos para sua defesa</i>” (L22, A9, Q6).</p> <p>“<i>[...] existem metabólitos secundários que protegem as plantas como exemplo da radiação ultravioleta</i>” (L11, A9, Q6).</p>

	<p><i>“Os metabólitos secundários são compostos do interior da planta que atuam na defesa” (L17, A9, Q6).</i></p> <p><i>“[...] podem produzir substâncias que os tornam resistente contra algum fator ambiental, porém alterações nos fatores podem alterar a produção de metabólitos secundários” (L18, A9, Q6).</i></p>
--	---

**Fonte:** A autora (2020).

A categoria 4 teve como objetivo reunir os excertos textuais que expressão a compreensão dos estudantes em relação aos conhecimentos sobre mecanismo interno das plantas e seus processos de defesa. A maioria dos estudantes apresentou noções incompletas em relação ao conhecimento científico, indicando assim, que os licenciandos já possuíam conhecimentos prévios sobre o assunto, entretanto, não sabiam identificar quem desencadeava esses mecanismos: “[...] *no inverno por exemplo algumas plantas diminuem sua atividade metabólica*” (L20, A1, Q6); “[...] *acúmulo de água para suportar ambientes secos [...]*” (L22, A1, Q6); os licenciandos que na primeira atividade apresentaram noções distantes ao conhecimento científico ou desconhecimento ao dizer “*Não lembro*” (L7, Q6); “*Acho que sim, mas não me lembro*” (L18, A1, Q6).

Após a aplicação da sequência foi possível observar que este estudante ampliou seu conhecimento, quando contextualizou dizendo: “*Quando em situações de risco alguns vegetais produzem substâncias químicas como meio de sobrevivência [...]*” (L7, A9, Q6); “[...] *podem produzir substâncias que os tornam resistente contra algum fator ambiental, porém alterações nos fatores podem alterar a produção de metabólitos secundários*” (L18, A9, Q6). Nesse sentido, Hammond-Kosack e Jones (2000), destacam que grande parte das respostas bioquímicas das plantas está inativa até que sejam ativadas pelo tratamento de algum composto químico, os indutores de resistência, ou uma tentativa de infecção por fitopatógenos.

A partir da sequência didática e estudo mais aprofundado da temática os conhecimentos dos estudantes foram de encontro com o que diz a literatura, como pode ser observando nos excertos: “[...] *Metabólitos secundários, tem vários grupos que ajudam os vegetais a sobreviverem dos perigos no ambiente*” (L14, A9, Q6); “[...] *existem metabólitos secundários que protegem as plantas como exemplo da radiação ultravioleta*” (L11, A9, Q6); “*Os metabólitos secundários são compostos do interior da planta que atuam na defesa*” (L17, A9, Q6).

Assim, tais conhecimentos estão próximos aos saberes científicos, de acordo com Taiz e Zeiger (2013), defesas vegetais são mecanismos que os vegetais apresentam evolutivamente, pois eles não possuem sistema imunológico, contudo, são muito resistentes às doenças provocadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides presentes no ambiente, assim como possuem uma interfase química entre planta e ambiente em que a mesma está inserida, portanto, sua síntese é frequentemente afetada pelas condições ambientais.

As plantas apresentam interconexões entre vias de resposta de sinalização distintas e opostas para defesa contra patógenos e insetos herbívoros e também múltiplas vias de resposta induzidas, dependendo do contexto específico de estresse. As plantas empregam sistemas de reconhecimento e sinalização específicos que permitem a detecção rápida de invasão de patógenos e o início de vigorosas respostas defensivas, uma vez infectadas, e também desenvolvem imunidade a ataques microbianos subsequentes (OGBEMUDIA; THOMPSON, 2014). Compostos fenólicos possuem uma variedade de funções nos vegetais, muitas agem como compostos de defesa contra herbívoros e patógenos, alguns agem como atrativos de polinizadores ou dispersores de frutos e na proteção contra radiação ultravioleta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A categoria 5 foi constituída a partir da fala dos próprios licenciandos ao serem questionados em relação à sequência didática em si. Podemos delinear algumas contribuições e limitações, tal como sugestões que os licenciandos apresentaram (Quadro 7).

**Quadro 7** - Categoria 5 – Contribuições e limitações da sequência didática.

Unidades	Excertos
Contribuições	<p><i>“Através da sequência didática eu aprendi alguns pontos sobre as estratégias das plantas e de como funciona a defesa vegetal, além da importância dos metabólitos secundários” (L9, A10).</i></p> <p><i>“[...] conhecer os metabólitos secundários é essencial para entender alguns processos da planta, e como funciona sua fisiologia” (L9, A10).</i></p> <p><i>“As atividades desenvolvidas auxiliaram a aprender e guardar melhor o conteúdo apresentado, pois estavam sempre retomando o que já havia explicado” (L11, A10).</i></p> <p><i>“[...] Achei um conteúdo interessante, bem complexo e um ramo de pesquisa ainda pouco pesquisado, ou seja, com um amplo ramo de pesquisa para nós futuros biólogos. Ainda não tinha</i></p>

	<p><i>conhecimento sobre o assunto [...] é um conteúdo muito interessante de se estudar.” (L11, A10)</i></p> <p><i>“Bem bacana a didática, onde consegui entender a diferença de metabólitos primários e secundários e um pouco de defesa vegetal. [...] Consegui entender o que eles são, a importância deles, não ver como lixo orgânico, entender a defesa que eles apresentam” (L13, A10).</i></p> <p><i>“A aula prática foi bem interessante, ficou bastante marcada em nossa memória pois podemos ver (em grupos) que determinados compostos influenciavam ou não para a germinação de varias sementes. [...] a atividade que foi proposta na forma de um jogo [...] ajudou os alunos a se interagirem e expor tais conhecimentos” (L14, A10)</i></p> <p><i>“[...] Não conhecia a função dos metabólitos secundários e nem que eram produtos da fotossíntese” (L17, A10).</i></p> <p><i>“Em cada aula a mestranda explicava um tema [...] começou com temas mais “simples” para que pudéssemos recordar e compreender os assuntos [...]. Ao passar da sequência pudemos entender mais sobre o assunto até conseguir realizar a aula prática e o término do conteúdo” (L18, A10).</i></p> <p><i>“É um conteúdo extremamente importante que acrescenta muito a um professor de biologia/ciências ter conhecimento sobre” (L22, A10).</i></p> <p><i>“As aulas práticas e elaboração de jogos auxiliaram na fixação do conteúdo” (L22, A10).</i></p> <p><i>“Utilização de aulas expositivas intercaladas com aulas práticas, abordagem do conteúdo” (L25, A10).</i></p>
Limitações	<p><i>“Muito conteúdo aplicado em pouco tempo” (L11, A10).</i></p> <p><i>“O tempo foi curto para aprender muito conteúdo” (L13, A10).</i></p> <p><i>“Creio que o tempo poderia ser maior” (L18, A10).</i></p> <p><i>“Acrescentaria mais aula prática” (L9, L11, L18 A10).</i></p> <p><i>“Faltou mais aulas práticas” (L13, A10).</i></p> <p><i>“Acrescentaria algum debate ou alguma discussão entre os alunos sobre a função dos metabólitos” (L17, A10).</i></p>

Fonte: A autora (2020).

Como observado nos excertos, para os estudantes a sequência apresentou aspectos positivos em relação ao conhecimento do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal. Podemos observar essa concepção quando os licenciandos falam: “[...] conhecer os metabólitos secundários é essencial

*para entender alguns processos da planta, e como funciona sua fisiologia” (L9, A10); “É um conteúdo extremamente importante que acrescenta muito a um professor de biologia/ciências ter conhecimento sobre” (L22, A10); [...] consegui entender a diferença de metabólitos primários e secundários e um pouco de defesa vegetal. [...] Consegui entender o que eles são, a importância deles, não ver como lixo orgânico, entender a defesa que eles apresentam” (L13, A10).*

Além disso, o modo como os conteúdos foram abordados, foi satisfatório, de acordo com os professores em formação inicial, ao dizerem: *“Através da sequência didática eu aprendi alguns pontos sobre as estratégias das plantas e de como funciona a defesa vegetal, além da importância dos metabólitos secundários” (L9, A10); “As atividades desenvolvidas auxiliaram a aprender e guardar melhor o conteúdo apresentado, pois estavam sempre retomando o que já havia explicado” (L11, A10); “Bem bacana a didática [...]” (L13, A10).* Contudo, os acadêmicos indicaram também algumas limitações em suas falas sobre a sequência didática. Para alguns, a carga horária designada ao conteúdo foi um pouco curta, para a quantidade de assunto. Bem como, *“Muito conteúdo aplicado em pouco tempo” (L11, A10).* Outra limitação elencada pelos estudantes foi que poderia haver mais aulas práticas.

Planejamos a quantidade de aulas para abordagem da sequência, porém não foi possível abordar todos os aspectos, assim selecionamos informações chave e atividades que seriam pertinentes para formação inicial de professores de Ciências/Biologia, uma vez que tínhamos apenas aquele espaço, neste caso sete aulas, cedidas gentilmente pelo professor para implementação do Produto. Entendemos e acreditamos que o professor regente pode utilizar o instrumento da sequência didática e ir além dele uma vez que a temática é muito rica em informações.

Mediante análises realizadas e das contribuições expostas pelos licenciandos, evidenciamos, portanto, que tais resultados apresentam indícios para efetividade desta sequência didática.

Quando os licenciando disseram: *“As atividades desenvolvidas auxiliaram a aprender e guardar melhor o conteúdo apresentado, pois estavam sempre retomando o que já havia explicado” (L11, A10); “Em cada aula a mestrandia explicava um tema [...] começou com temas mais “simples” para que pudéssemos recordar e compreender os assuntos [...]. Ao passar da sequência pudemos*

*entender mais sobre o assunto até conseguir realizar a aula prática e o término do conteúdo” (L18, A10).* Os excertos dos acadêmicos evidenciam o que é exposto por Zabala (1998), as atividades sistematizadas em uma SD obtêm um maior valor significativo, pois são antecipadamente planejadas para que a aplicação e avaliação aconteçam de forma a favorecer a construção do conhecimento do aluno, a partir da realização de atividades e sua retomada.

Para o autor, para validar as diferentes sequências didáticas, podem ser observadas a existência nelas de atividades que permitam determinar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos novos conteúdos de aprendizagem; se esses conteúdos são propostos de forma que sejam significativos e funcionais; se são adequados ao nível de desenvolvimento dos educandos; se permitem criar zonas de desenvolvimento proximal e intervir; se provocam conflito cognitivo e proporcionam a atividade mental do acadêmico para estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios; se promovem uma atitude motivadora em relação à aprendizagem dos novos conteúdos; se estimulam a autoestima e o autoconceito em relação às aprendizagens que se propõem; se ajudam o aluno a adquirir as habilidades relacionadas com o aprender a aprender.

Buscamos incluir em nossa sequência didática, atividades que contemplassem as habilidades supracitadas para auxiliar na construção do conhecimento. No entanto, não é possível avaliar com precisão os aspectos cognitivos, a partir do nosso instrumento de coleta de dados. Contudo, as interações realizadas durante a aplicação da sequência didática e a análise realizada das atividades dos licenciandos apresentaram indícios de que foram oportunizadas situações de aprendizagem na sequência.

Como podemos observar nas análises anteriores os graduandos, possuíam um conhecimento prévio da existência de formas de defesa e atração das plantas, porém não sabiam na fase inicial da sequência identificar os responsáveis por esses mecanismos, por exemplo: *“Os vegetais podem produzir toxinas para evitar a predação, podem ter espinhos também ou produzir substâncias com gosto amargos” (L20, A1, Q2); “A planta possuem aparatos, cores, estruturas que atraem os polinizadores e dispersores de semente” (L11, A1, Q5).* Dessa forma, apresentam noções incompletas do conhecimento científico.

A partir da intervenção pedagógica, percebemos durante e ao final da aplicação da sequência didática que houve uma evolução do conhecimento dos

universitários em relação aos conhecimentos prévios. Isso porque os mesmos acadêmicos responderam de forma mais próxima dos conhecimentos científicos, como por exemplo, “[...] *quando um predador ataca a planta ela produz substância (metabólito secundário) que pode inibir mais a predação. Poder haver substâncias que são produzidas o tempo todo pela planta e outras que são produzidas somente quando atacadas*” (L20, A9, Q2); “[...] *a partir de seus metabólitos secundários as plantas podem produzir odores, cores que atraem polinizadores e dispersores*” (L11, A9, Q5).

Nesse sentido, cabe destacar que aulas expositivas dialogadas e aulas práticas auxiliam na compreensão e fixação do conteúdo, como pode ser observado no excerto: “*As aulas práticas e elaboração de jogos auxiliaram na fixação do conteúdo*” (L22, A10) e o estudante L25 evidenciou como ponto positivo a “*utilização de aulas expositivas intercaladas com aulas práticas, abordagem do conteúdo*”.

Para Krasilchik (2004) aulas expositivas têm como função informar os estudantes, e a utilização dessa modalidade pode ser justificada por alguns argumentos de ordem pedagógica como: elas permitem ao docente transmitir suas ideias, ressaltando os aspectos que considera importante, serve para introduzir um conteúdo novo, sintetizar um tópico, transmitir experiências pessoais dos professores. Em complemento, Masetto (2003) salienta que a aula dialogada favorece a troca de informações entre docentes e estudante, é o primeiro passo para facilitar a assimilação do conhecimento e vincular a realidade do aluno a conteúdos significativos e a participação de aluno é essencial para o bom desenvolvimento da aula.

Aulas expositivas dialogadas apontam vantagens como colocar o estudante para fazer parte do processo educativo na medida em que ele traz para sala de aula saberes e sua experiência de vida; a construção de conhecimento ocorre por meio da troca de informações, de questionamentos, de confronto e da reflexão da sua realidade e permite que o discente faça reflexões de sua prática. E as aulas práticas apresentam funções únicas, pois permitem aos estudantes ter contato com fenômenos, manipular materiais e equipamentos, observar organismos. Na experimentação os discentes enfrentam resultados não esperados, que a interpretação desafia seu raciocínio e imaginação (KRASILCHIK, 2004).

Aulas práticas no ambiente de laboratório podem despertar curiosidade e, conseqüentemente, o interesse do estudante, uma vez que a estrutura do mesmo pode facilitar, entre outros fatores, a observação de fenômenos estudados em aulas teóricas, a experimentação ainda pode contribuir para a aproximação do ensino de Ciências/Biologia das características do trabalho científico, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (BORGES, 2002; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Dessa forma, percebemos após análise dos dados que no decorrer da seqüência os acadêmicos mobilizaram diferentes saberes docentes, como saberes disciplinares, pedagógicos e experienciais para que pudessem adquirir e ampliar as noções apresentadas sobre metabólitos secundários e defesa vegetal.

Os saberes disciplinares foram proporcionados a partir do conteúdo apresentado aos licenciandos de metabólitos secundários e defesa vegetal. Conforme Tardif (2014), os saberes disciplinares são aqueles adquiridos mediante o ensino do conteúdo ao longo da formação profissional de cada indivíduo e são disponibilizados em diferentes campos do conhecimento.

A realização da seqüência didática contribuiu também para mobilização dos saberes pedagógicos, pois os acadêmicos puderam vivenciar diferentes abordagens pedagógicas a partir das aulas baseadas em uma metodologia de ensino. Como exposto por L18, *“Em cada aula a mestranda explicava um tema [...] começou com temas mais “simples” para que pudéssemos recordar e compreender os assuntos [...]. Ao passar da seqüência pudemos entender mais sobre o assunto até conseguir realizar a aula prática e o término do conteúdo”* (L18, A10).

Os saberes experienciais podem ter sido possibilitados pela aplicação da seqüência didática e partir das experiências vividas pelos estudantes, visto que, são aqueles fundamentados na prática individual. Para Tardif (2014), “[...] incorporam-se a experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades de sabe-fazer e de saber-ser” (TARDIF, 2014, p. 39).

De acordo com Pimenta (2000), Gauthier *et al.* (2013) e Tardif (2014), esses saberes são essenciais para prática docente, dado que, é a partir deles que os professores se abastecem para lidar com as exigências apresentadas de sua atividade profissional. Dessa forma, as experiências vividas como estudantes durante essa intervenção pedagógica que oportunizou momentos para mobilizar

diversos saberes pode contribuir na formação inicial desses futuros professores de Ciências e Biologia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver uma sequência didática, visando contribuir com o processo de formação inicial de professores. Seu desenvolvimento foi motivado pela preocupação em relação ao ensino de Botânica, o que resultou no seguinte problema de pesquisa: Quais contribuições à elaboração de uma sequência didática sobre metabólitos secundários e defesa vegetal poderia promover na aprendizagem desses conteúdos no âmbito da formação inicial de professores de Ciências/Biologia?

Desse modo, elaboramos uma sequência de conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal, fundamentada nos conceitos de Zabala (1998) para elaboração das atividades que compõem a sequência. A proposta foi aplicada em uma turma de quarto ano de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Os dados foram coletados a partir de atividades realizadas durante a abordagem pedagógica e analisados sob as lentes a Análise Textual Discursiva, que resultou em cinco categorias.

A sequência didática de modo geral foi bem aceita por parte dos licenciandos, em virtude que o conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal apresentou-se interessante para eles.

Ao implementar a sequência didática sobre metabólitos secundários e defesa vegetal, com os licenciandos do curso de Ciências Biológicas, percebemos que o emprego dessa metodologia possibilitou que os estudantes se envolvessem ativamente nas aulas, promovendo diálogo em sala de aula, estimulando a capacidade de reflexão e pensamento crítico, além de permitir a utilização de diversos recursos didáticos no desenvolvimento de suas etapas.

Consideramos que a sequência didática contribuiu para formação inicial desses futuros professores, em virtude, da mobilização de diversos saberes docentes, como disciplinares, pedagógicos e experienciais para que pudessem adquirir e ampliar as noções científicas apresentadas a respeito de metabólitos secundários e defesa vegetal. Com a mobilização de saberes evidenciada, temos indícios de que esses docentes em formação provavelmente terão premissas para preparar aulas no modelo de nossa sequência didática.

Contudo, também nos deparamos com algumas limitações, algumas por nós encontradas, outras listadas pelos licenciandos, como a questão do número

de aulas para abordagem do conteúdo, que para melhor aproveitamento optamos por escolher assuntos chaves, porém por ser um conteúdo muito amplo, e como tínhamos apenas o espaço de sete aulas cedidos gentilmente pelo professor da disciplina de Fisiologia Vegetal para aplicação da Produção Técnica Educacional, compreendemos e acreditamos que o professor que for utilizar o instrumento da SD, pode ir além dele, uma vez que a temática é abundante, ou utilizar como base para outros temas, em outras áreas da Biologia, outras disciplinas, ficando a critério de cada professor, adequá-la conforme for pertinente, pois sabemos que contemplar por muito tempo um assunto pode comprometer o andamento da disciplina. Desse modo, a sequência didática é uma ferramenta para auxiliar nos conteúdos que o docente julgue ser mais complexo ou que gostaria de dar ênfase, utilizando-a em momentos pontuais.

Outra limitação elencada por um dos estudantes foi a falta de um debate entre os licenciandos sobre a função dos metabólitos. Tal atividade não foi prevista em nossa SD, pois nos limitamos ao tempo. Entretanto, concluímos que atividades de debate poderão contribuir para melhor compreensão do assunto, e pode ser incorporada na SD.

Ressaltamos que os resultados apontados foram atingidos mediante o modelo como está organizada nossa SD. Assim, a sequência didática poderá auxiliar professores e pesquisadores interessados em trabalhar na formação inicial e/ou continuada, de forma que possam adaptá-la de acordo com a realidade e peculiaridade de cada ambiente de ensino, podendo retirar algumas avaliações por exemplo para melhor adequar a sua prática, faz-se relevante que as etapas da sequência não se descaracterizem a cerca do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal afastando-se do objetivo central desta proposta pedagógica. Outra contribuição dessa pesquisa é motivar pesquisadores a voltar suas pesquisas à formação de professores, inicial ou continuada, no sentido de melhor prepará-los para contribuir com conteúdos científicos e estratégias de ensino que auxiliem o docente em sua prática pedagógica.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. Ed. San Diego, Califórnia: Elsevier Academic Press, 2004. 922p.
- ALMEIDA, M. I.; PIMENTA, S. G. Pedagogia universitária: Valorizando o ensino e a docência na universidade. **Rev. Port. de Educação**, Braga, v. 27, n. 2, p. 7-31, jun. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-91872014000200002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-91872014000200002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 2 jun. 2019.
- ANDRADE, R. O. Laboratório a céu aberto. **Revista Pesquisa Fapesp**. São Paulo, Edição 208, p.40-44, 4 jun. 2013. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2013/06/05/laboratorio-a-ceu-aberto>. Acesso em: 03 jul. 2019.
- BADKE, M. R.; BUDO, M. D.; SILVA, F. M.; RESSEL, L. B. Plantas medicinais: o saber sustentado na prática do cotidiano popular. **Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p.132-139, mar. 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-81452011000100019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452011000100019&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 20 out. 2019.
- BARBOSA, B. S. S. **Geometria não euclidiana de curvatura positiva**: uma proposta de sequência didática. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2017.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. In: **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994, p. 15-80.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002. . Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 2 jan. 2020. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>.
- BORGES, G. L. A. **Formação de professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar**. 2000. 436 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253628>. Acesso em: 1 jul. 2019.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.
- COPETTI, C. **Botânica na formação inicial de professores**: narrativas docentes sobre o processo de como ensinam a ensinar. 2018. 186 f. Tese (Doutorado em

Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana - UFN, Santa Maria, RS, 2018.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p.33-40, 30 jun. 2004. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v5i1.540>.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FERNANDES, C. F.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; SILVA, D. S. G. da; REIS, N. D.; ANTUNES JÚNIOR, H. Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos. Porto Velho, RO: **Embrapa Rondônia**, 2009. 14 p. – (Documentos / Embrapa Rondônia, 0103-9865; 133).

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Interferência: competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 251-262.

FIGUEIREDO, J.A. **O ensino de Botânica em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade**: propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de Ciências Biológicas. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FURLAN, C. M.; MOTTA, L. B. Metabólitos secundários de origem vegetal e seus usos pelo homem. In: SANTOS, Déborah Y. A. C.; CHOW, Fungyi; FURLAN, Cláudia M. (Orgs.). **A botânica no cotidiano**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fundo de Cultura e Extensão: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2008. 124 p.

GARCIA, A. A.; CARRIL, E. P.U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biologia)**, v.2, n.3, p.119-145, 2009.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, n. 30, v.2, p. 374-386, 2007.

GRODNITZKY, J. A.; COATS, J. R. QSAR Evaluation of monoterpenoids Insecticidal Activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. United States, v.50, n.16 p. 4576-4580, jul, 2002.

HAMMOND-KOSACK, K. E.; JONES, J. D. G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W., JONES, R. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, cap. 21, p. 1102-1157, 2000.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S.; BASTOS, C. F.; WALLAU, G. L. Atividade alelopática de Nerim oleander L. e Dieffenbachia picta schott em sementes de Lactuca sativa L. e Bidens pilosa L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 6, n.1, p. 11-21, 2007.

IMBÉRNON, F. **Formação Docente e Profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. **Molecules**, v. 18, p. 2328–2375, 2013.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; TAMASHIRO, J. Y.; FORNI-MARTINS, E. R. (Orgs.). **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora**. São Carlos: Rima, 2006. 162 p.

KLEINGESINDS, C. K.; GALDEANO, D. M. Microrganismos x Planta: guerra ou parceria? In: FURLAN, C. M. (Resp). **Botânica no Inverno**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p. 42-50, 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo Perspectiva**. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, Jan/Mar, 2000. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392000000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100010&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 31 jul. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>.

MACHADO, T. A.; POLETTO, R. S.; ALVES, D. S. Ensino de botânica e atualização de conhecimentos científicos para o ensino superior: uma revisão sistemática da literatura. **Revista ENCITEC**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 82-92, jul. 2019. ISSN 2237-4450. Disponível em: <http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec/article/view/2604>. Acesso em: 06 Ago. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v9i2.2604>.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARQUES, M. O. **A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. Ijuí;Unijuí. 2000. 144p.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H. D.; POLO, M.; BARBOSA, L. C. D. A. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. **Química Nova**, n. 29, v. 6, p. 1203-1209, 2006.

MASETTO, M. T. **Competências pedagógicas do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003. 45p.

- MELO E. A.; ABREU F. F.; ANDRADE A. B.; ARAÚJO M. I. O. A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. **Scientia Plena**, vol. 8, n. 10, 2012. Disponível em: <http://www.scientiaplenu.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/492/575>. Acesso em: 20 jul. 2019.
- MONTEIRO, J. M; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n.5, p. 892-896. Out. 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422005000500029&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000500029&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 20 out. 2019. ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n. 2, p.191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí; Unijuí, 2014.
- NOGUEIRA, A. C. O. Cartilha em quadrinhos: um recurso dinâmico para se ensinar botânica. In: Encontro “perspectivas do ensino de biologia”, 6, 1997, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 1997. p. 248-249.
- NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A.(Coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p.13-33.
- NÓVOA, A. O passado e o presente dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). **Profissão Professor**. Porto: Porto Editora, 1995. p. 13-34.
- OGBEMUDIA, F. O.; THOMPSON, E. O. Variation in Plants Secondary Metabolites and Potential Ecological Roles – A Review. **International Journal of Modern Biology and Medicine**. Florida, USA, v. 5, n. 3, p. 111-130, 2014.
- PALACIOS, C.; SERRA, D.; TORRES, P. Papel ecológico dos metabólitos secundários ao estresse abiótico. In: FURLAN, C. M (Resp). **Botânica no Inverno**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, p. 52-59, 2013.
- PERES, L. **Metabolismo Secundário**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004.
- PICHERSKY, E.; LEWINSOHN, E. Convergent Evolution in Plant Specialized Metabolism. **Annual Review Of Plant Biology**, [s.l.], v. 62, n. 1, p.549-566, 2 jun. 2011. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103814>.
- PIMENTA, S. G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p. 15-38.
- PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C; CAVALLET, V. J. Docência no ensino Superior: construindo caminhos. In: FAZENDA, I. C.; SEVERINO, A. J. **Formação docente: rupturas e possibilidades**. Campinas: Papyrus Editora, 2002. p. 207-222.

PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 45-61, Mai 2002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422002000800009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000800009&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 2 Jun. 2019.

RAVEN, P. H. EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

SALATINO, A. Nós e as plantas: ontem e hoje. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 4 (suplemento), p. 483-490, dez. 2001.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber Botânica? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v30n87/0103-4014-ea-30-87-00177.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2019.

SANTOS, D. Y. A. C. **Botânica aplicada: metabólicos secundários na interação planta-ambiente**. 2015. Tese (Livre Docência em Botânica)- Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/T.41.2015.tde-29092015-103721. Acesso em: 20 mai. 2019.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec-Nova série**, [S.l.], v. 4, n. 2, p.196-229, dez. 2014. ISSN 2237-9983. Disponível em: <http://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>. Acesso em: 19 mai. 2019.

SILVA, J. R. S. **Concepções dos professores de Botânica sobre ensino e formação de professores**. 2013. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências: Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, J. S. S.; SANO, P. T. Práticas e estratégias de ensino adotadas por professores de botânica em três universidades federais paulistas. **Revista SBEnBio**, n. 7, 2014. p. 4170-4181.

SILVA, L. M. Metodologia para o ensino de Botânica: o uso de textos alternativos para a identificação de problemas da prática social. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.88 n. 219, p. 242-256. Mai/Ago, 2007.

SILVA, L. M.; CAVALLET, V. J.; ALQUINI, Y. Contribuição à reflexão sobre a concepção de Natureza no ensino de Botânica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 86, n. 213/214, p. 110-120, Mai/Dez. 2005. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/index.php/rbep/article/view/839/814>. Acesso em: 20 jul. 2019.

SILVA, P. G. P. **O ensino da botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos**, 2008. 146 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2008.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R.. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6ª ed. Porto Alegre: Ed da UFRGS/ Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2007. 1104p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. (Eds.) **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260p.

STRGAR, J. Increasing the interest of students in plants. **Journal of Biological Education**, v. 42, n. 1, p. 19-23, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n.13, Jan/Fev/Mar/Abr, p. 5-24, 2000. Disponível em: [http://www.ergonomia.ufpr.br/Metodologia/RBDE13\\_05\\_MAUURICE\\_TARDIF.pdf](http://www.ergonomia.ufpr.br/Metodologia/RBDE13_05_MAUURICE_TARDIF.pdf). Acesso em: 16 mai. 2019.

TRIGO, J. R.; BITTRICH, V.; AMARAL, M. C. Ecologia química. **Revista Chemkeys**, n. 3, p. 1-9, 2000.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2010. 16 p. (Embrapa Clima Temperado- Documentos, 316). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44093/1/documento-316.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E.; Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v.47, p. 2-9, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### Termo de consentimento dos estudantes

#### IDENTIFICAÇÃO E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<b>1 - Dados pessoais do participante</b>		
(Não serão divulgados. Servirão apenas para o esclarecimento de eventuais dúvidas por parte do pesquisador).		
Nome: _____		
Endereço: _____		
Cidade: _____		
Telefone: _____	E-mail: _____	
<b>2 - Formação acadêmica</b>		
<b>2.1 Graduação</b>		
( <input type="checkbox"/> ) Licenciatura em _____	( <input type="checkbox"/> ) Bacharelado em - _____	
( <input type="checkbox"/> ) Outro curso de graduação: _____		
Ano de conclusão: _____	( <input type="checkbox"/> ) Instituição Pública	( <input type="checkbox"/> ) Instituição Privada
<b>3- Consentimento</b>		
<p>Ao participar da sequência didática contendo conteúdos e atividades relativos a Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal, você contribuirá com os estudos do Mestrado Profissional em Ensino (PPGEN) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Essa pesquisa tem por objetivo investigar a contribuição de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem sobre Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal, a ser aplicada no curso de Ciências Biológicas, na disciplina de Fisiologia Vegetal. Sua participação será voluntária e se dará por meio de atividades no decorrer da sequência didática, tais como questionários, textos entre outros, as quais não implicarão em riscos de qualquer natureza. Caso aceite participar, estará contribuindo para o desenvolvimento desta pesquisa, concordando com a utilização dos dados em futuras publicações. Ressaltamos que sua identificação será mantida em sigilo e não lhes serão acarretados prejuízos morais ou financeiros. As respostas serão analisadas sem a identificação dos respondentes, e os resultados obtidos por meio de futuras análises serão disponibilizados a todos os respondentes, bem como à comunidade científica em geral a partir de publicações em eventos e periódicos científicos. Evidenciamos, ainda, que seu consentimento poderá ser rescindido a qualquer momento já que sua participação na pesquisa é voluntária, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.</p> <p>Em caso de dúvidas ou informações, entre em contato com a pesquisadora no endereço eletrônico ynaiara_stopa@hotmail.com.</p> <p>Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via com cada uma das partes.</p> <p>Assim, diante do compromisso ético de mantermos preservada sua identidade, você concorda em participar das atividades, para o desenvolvimento da pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino?</p>		
( <input type="checkbox"/> ) Sim ( <input type="checkbox"/> ) Não Assinatura: _____		
RG ou CPF: _____ Data: ____/____/____		
Eu, Ynaiara Krsthine Stopa da Cruz, RG. 9.829.883-5, pesquisadora responsável pelo estudo, obtive de forma voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do PARTICIPANTE DA PESQUISA.		
Assinatura da pesquisadora: _____		
<b>5- Para uso do pesquisador</b>		
Local e data: _____	Código do respondente: _____	

## APÊNDICE B

### **METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR**

---

Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Cornélio Procópio

Disciplina: Fisiologia Vegetal

Série: 4º Ano

Estudante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### **AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (A1)**

Instruções para a avaliação:

- A avaliação deverá ser feita de caneta azul ou preta;
- Não deixar nenhuma questão sem responder. Nas questões que não souber, responder: não sei ou não me lembro.

- 1) Que fatores podem influenciar o desenvolvimento vegetal? Explique.
  
- 2) Os vegetais estão cercado por um grande número de inimigos naturais e são organismos sésseis. Assim como os vegetais conseguem se defender de ocorrências prejudiciais a sua sobrevivência? Explique.
  
- 3) As plantas possuem forma de defesas internas e externas quando expostas a um patógeno e/ou animais herbívoros. Quais fatores fisiológicos estão envolvidos nesta relação? Explique.
  
- 4) Porque alguns insetos e herbívoros se alimentam de uma planta e evitam outras? Explique.
  
- 5) As plantas atraem polinizadores e dispersores de sementes. Explique essa afirmação.
  
- 6) Os vegetais desenvolvem algum mecanismo interno frente aos fatores ambientais? Explique.

## APÊNDICE C

### METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

---

Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Cornélio Procópio  
Disciplina: Fisiologia Vegetal Série: 4º Ano  
Estudante: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### SITUAÇÃO PROBLEMA (A7)

O cerrado é um laboratório químico natural “altamente sofisticado”, é constituído por um mosaico de ambientes (fitofisionomias), determinados por diferentes tipos de solos, condições climáticas e paisagens. As substâncias produzidas pela flora do cerrado, denominadas metabólitos secundários são de grande importância para o equilíbrio de plantas, insetos, animais e microrganismos desse ecossistema, também podem ser úteis para os seres humanos. Ocasionalmente, esses compostos são produzidos em pequenas quantidades, os quais, em geral, são importantes agentes de defesa das plantas contra predadores ou para a atração de polinizadores. Ademais, podem apresentar atividades biológicas úteis para a concepção de novos medicamentos.

O barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* (Martius) possui vários compostos produzidos pelo seu metabolismo secundário, como: os alcalóides, terpenos, flavonóides, esteróides e taninos. Os taninos são encontrados em maior quantidade e agregam valor terapêutico à espécie, uma vez que são utilizados como cicatrizantes, adstringentes, antioxidantes, antimicrobianos, anti-inflamatório, antisséptico e anti-hipertensivo, entre outras aplicações (Adaptado: Andrade, 2013, p. 41).

Em diferentes tipos de solo, condições climáticas a produção de metabólitos será alterada? É possível estimular o barbatimão a produzir mais metabólitos secundários? Explique.

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE D

### METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

---

Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Cornélio Procópio  
Disciplina: Fisiologia Vegetal Série: 4º Ano  
Estudante: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

#### AVALIAÇÃO SOMATIVA (A9)

Instruções para a avaliação:

- A avaliação deverá ser feita de caneta azul ou preta.

- 1) Que fatores podem influenciar o desenvolvimento vegetal? Explique.
- 2) Os vegetais estão cercado por um grande número de inimigos naturais e são organismos sésseis. Assim como os vegetais conseguem se defender de ocorrências prejudiciais a sua sobrevivência? Explique.
- 3) As plantas possuem forma de defesas internas e externas quando expostas a um patógeno e/ou animais herbívoros. Quais fatores fisiológicos estão envolvidos nesta relação? Explique.
- 4) Porque alguns insetos e herbívoros se alimentam de uma planta e evitam outras? Explique.
- 5) As plantas atraem polinizadores e dispersores de sementes. Explique essa afirmação.
- 6) Os vegetais desenvolvem algum mecanismo interno frente aos fatores ambientais? Explique.

## APÊNDICE E

### METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

---

Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Cornélio Procópio  
Disciplina: Fisiologia Vegetal Série: 4º Ano  
Estudante: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Responda: **(A10)**

1. Quais foram os pontos positivos e negativos da sequência didática do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal?
2. Em sua opinião, o conteúdo de metabólitos secundários é importante para sua formação? Explique.
3. De que forma as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática influenciaram para o seu conhecimento dos conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal? Explique.
4. Você, enquanto futuro professor acrescentaria ou retiraria alguma atividade para a sequência didática desenvolvida?
5. Faça um breve relato pessoal da sua participação na aplicação da sequência didática.

**ANEXOS**

**ANEXO A****METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO SUPERIOR**

---

Universidade Estadual do Norte do Paraná- Campus Cornélio Procópio

Disciplina: Fisiologia Vegetal

Série: 4º Ano

Estudante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**SÍNTESE AVALIATIVA<sup>1</sup> (A2, A3, A4, A5 e A7)**

O objetivo desta síntese é convidá-lo a refletir a respeito das questões trabalhadas durante a aula.

Tema da aula: \_\_\_\_\_

1) O que aprendi e como aprendi hoje?

2) Quais foram as facilidades e as dificuldades que tive hoje na aula.

3) Síntese reflexiva da aula de hoje.

---

<sup>1</sup> Adaptado Síntese reflexiva de Barbosa (2017), pag. 83.