



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**

RENATA DA SILVA FONSECA

**VAMOS CONSTRUIR UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR A
ANATOMIA DAS RAÍZES DAS PLANTAS?**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RENATA DA SILVA FONSECA

**VAMOS CONSTRUIR UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR A
ANATOMIA DAS RAÍZES DAS PLANTAS?**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Kleber Andrade da Silva

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2021

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecário Jonatan Cândido, CRB-4/2292

F676v Fonseca, Renata da Silva.
Vamos construir um modelo didático para estudar a anatomia das raízes das plantas? / Renata da Silva Fonseca - Vitória de Santo Antão, 2021.
41 f.

Orientador: Kleber Andrade da Silva.
TCC (Licenciado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Licenciado em Ciências Biológicas, 2021.
Inclui referências.

1. Ciências - estudo e ensino. 2. Livros didáticos. 3. Didática. 4. Botânica - anatomia. I. Silva, Kleber Andrade da (Orientador). II. Título.

570.7 CDD (23. ed.) BIBCAV/UFPE - 229/2021

RENATA DA SILVA FONSECA

**VAMOS CONSTRUIR UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR A
ANATOMIA DAS RAÍZES DAS PLANTAS?**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 15/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Kleber Andrade da Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Augusto Cesar Pessoa Santiago
Universidade Federal de Pernambuco

Mestre em botânica Cicero Batista do Nascimento Filho
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho em especial a minha mãe Aparecida Doralice (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, que tem me ajudado a superar as dificuldades, não apenas na graduação, mais ao longo da vida. Me ajudando a ultrapassar os obstáculos durante a caminhada e me fazendo entender que tudo é no tempo dele e não no meu, me dando forças para persistir e seguir em frente. Pois ao que lhe disse Jesus: Se podes! - tudo é possível ao que crê (Marcos 9:23).

Quero agradecer em especial ao meu pai José Edson, a minha madrastra Suely, ao meu irmão Ricardo, a meus tios Erivalda e Edvan, a minhas avós Severina e Doralice, por sempre estarem do meu lado. A todos os familiares que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida, acreditando e incentivando para que eu busque e conquiste meus sonhos.

Ao meu amigo da vida Gabriel Cardoso, por todo incentivo, cuidado e companheirismo, obrigado por tudo. E aos amigos que a graduação me permitiu conhecer Vanessa Poliana, Jardielle Lemos, Nathália Virginia, Mércia Vital, Everson Pereira e Lays Karoline, vocês tornaram meus dias mais leves e divertidos, sou grata a vocês por cada momento compartilhado durante essa trajetória, obrigado pela parceria e amizade.

Ao meu orientador Kleber Andrade pela orientação, apoio, dedicação, confiança e paciência na elaboração desse trabalho.

A todos que incentivaram para que eu iniciasse essa graduação, acreditassem no meu potencial e não desistissem. A partir disso pude ampliar minha visão e mudar minhas perspectivas. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação o meu muito obrigado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará

coisas admiráveis" (JOSÉ DE ALENCAR).

RESUMO

No ensino de biologia se faz necessário uma alta capacidade de compreensão espacial das estruturas e processos biológicos. Por conseguinte, a botânica exige também essa compreensão tridimensional dos órgãos das plantas. No ramo da botânica a anatomia vegetal possibilita a compreensão dos fenômenos relacionados ao corpo da planta. Contudo a ênfase maior tem sido na memorização de estruturas e conceitos, dificultando o entendimento espacial dessas e os processos nos quais estejam envolvidas. Uma alternativa interessante para minimizar essa dificuldade é a atribuição de modelos didáticos tridimensionais como parte do método de ensino. Muitos modelos didáticos estão sendo desenvolvidos e utilizados. Ainda assim, existe uma carência de modelos didáticos voltados ao ensino superior e médio. Dentre os modelos existentes poucos são voltados para botânica e ainda mais limitados para anatomia vegetal. Portanto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver modelos didáticos sobre a anatomia das raízes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem nas aulas de botânica no ensino superior e médio. A construção dos modelos se deu a partir da análise dos conteúdos e imagens referentes a anatomia de raízes, em livros do ensino superior e médio. Os modelos foram confeccionados com materiais de baixo custo e acessíveis. Além disso, foram desenvolvidos guias para montagem de cada modelo. Possibilitando a reprodução desses modelos por professores e discentes no ensino superior e médio, devido aos materiais serem acessíveis e a fácil confecção. Sendo assim é possível o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis que possam ser reaplicados com facilidade. Foi possível perceber no desenvolvimento dos modelos didáticos, que recursos que possibilitam a visualização ampliada de estruturas microscópicas são bastante significativos no processo de ensino aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de botânica; aprendizagem significativa; tridimensional.

ABSTRACT

Biology teaching requires a high capacity for spatial understanding of biological structures and processes. Therefore, botany also requires this three-dimensional understanding of plant organs. In the field of botany, plant anatomy makes it possible to understand the phenomena related to the plant's body. However, the greatest emphasis has been on memorizing structures and concepts, making it difficult to understand spatially these and the processes in which they are involved. An interesting alternative to minimize this difficulty is the attribution of three-dimensional didactic models as part of the teaching method. Many didactic models are being developed and used. Even so, there is a lack of didactic models aimed at secondary and higher education. Among the existing models, few are aimed at botany and even more limited to plant anatomy. Therefore, the objective of this work was to develop didactic models on the anatomy of the roots of monocots and eudicots, to assist in the teaching-learning process in botany classes in higher and secondary education. The construction of the models was based on the analysis of contents and images referring to root anatomy, in higher and secondary education textbooks. The models were made with low-cost and accessible materials. In addition, guides were developed for the assembly of each model. Enabling the reproduction of these models by teachers and students in higher and secondary education, because the materials are accessible and easy to make. Thus, it is possible to develop accessible teaching materials that can be easily reapplied. It was possible to notice in the development of didactic models, that resources that enable the expanded visualization of microscopic structures are quite significant in the teaching-learning process.

Keywords: botany teaching; meaningful learning; three-dimensional.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Justificativa.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 O ensino de botânica e as dificuldades dos licenciandos em ciências biológicas.....	14
2.2 Utilizações de modelos didáticos no ensino de botânica.....	17
3 OBJETIVOS.....	22

3.1 Objetivo Geral	22
3.2 Objetivos Específicos	22
4 METODOLOGIA	23
5 RESULTADOS	25
5.1 Conteúdos abordados no modelo didático	25
5.2 Guias para montagem dos modelos didáticos	29
6 DISCUSSÃO	35
7 CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

No ensino superior, o principal objetivo é promover conhecimentos específicos sobre a área de conhecimento em que o graduando está inserido. Por conseguinte, os conteúdos teóricos no curso de licenciatura em ciências biológicas, exigem uma alta capacidade de compreensão espacial das estruturas e processos biológicos pelos graduandos (PELLANDA; AMARO, 2015). No que se refere ao ensino de botânica, um dos agravantes é o fato de ser uma disciplina que exige um alto grau de percepção acerca das estruturas e processos, associada a métodos de ensino tradicionalistas (FREITAS *et al.*, 2012), sendo perceptível a dificuldade na compreensão tridimensional das estruturas. Segundo Amorim (2013), a compreensão espacial e tridimensional se apresenta de forma mais significativa e importante do que a descrição e distinção de estruturas.

Nesse contexto, no ensino médio não é diferente. Os conteúdos são vistos ao modo tradicional. Onde o professor transmite o conteúdo e os discentes são ouvintes passivos. O enfoque maior é o livro didático e a ausência de aulas práticas é frequente, principalmente ao se tratar de aulas de botânica (ARAÚJO, 2011).

No ramo da botânica a anatomia vegetal tem como finalidade estudar as estruturas internas do corpo da planta, permitindo a descrição de células, tecidos e órgãos, sua constituição e função. A anatomia vegetal possibilita a compreensão dos fenômenos relacionados ao corpo da planta (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2003 *apud* RODRIGUES; OLIVEIRA; MARIATH, 2004). Nos ensinos superior e médio, o destaque maior no aprendizado de anatomia vegetal tem sido a memorização de conceitos e estruturas, prejudicando a compreensão espacial dessas estruturas, frustrando os discentes, pouco contribuindo para o seu conhecimento (PELLANDA; AMARO, 2015).

Para minimizar essa dificuldade no processo de ensino-aprendizagem nos temas relacionados a botânica, o professor necessita atribuir novas estratégias a sua prática de ensino. Nascimento *et al.*, (2017), ressalta a necessidade de trabalhar com diferentes metodologias, de modo a tornar as aulas significativas, aproximando a botânica dos discentes tornando o processo de ensino-aprendizado eficaz. Além disso, “uma alternativa interessante é o uso dos modelos didáticos como parte do método de ensino” (CECCANTINI, 2006, p. 335). A utilização de recursos didáticos

de caráter lúdico, por exemplo, os modelos didáticos, proporcionam aos discentes uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

Nesse contexto, Setúval e Benjarano (2009) afirmam, os modelos didáticos são instrumentos que auxiliam no ensino de conteúdos complexos, facilitando a prática docente. Além disso, permite a aproximação do objeto de estudo, através da manipulação e observação de estruturas microscópicas, tornando mais fácil a compreensão espacial das estruturas e processos biológicos.

Segundo Amorim (2013), os modelos didáticos interligam experiência e prática, proporcionando aos discentes a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento de habilidades. Para que a construção desse conhecimento ocorra de forma adequada é necessário exercitar a habilidade de abstração dos discentes (CECCANTINI, 2006). Quando o professor inclui os modelos didáticos como ferramenta da sua prática docente, ele tem a possibilidade de trabalhar a interatividade e raciocínio dos discentes, proporcionando a eles exercitar a mente de forma lúdica e assimilar novos conhecimentos (MENDONÇA; SANTOS, 2011).

Na literatura científica é possível encontrar uma lista de modelos didáticos que estão sendo produzidos e utilizados em diversas áreas da biologia: Embriologia (MEIRA *et al.*, 2015), zoologia (BESERRA; BRITO, 2012), histologia (BASTOS; FARIAS, 2011), genética (SETÚVAL; BEJARANO, 2009), biologia celular (ORLANDO *et al.*, 2009). Para o ensino de botânica segundo (FONTES; ELIAS; AOYAMA, 2019), destacam-se modelos em morfologia (SANTOS; ALMEIDA, 2013; PELLANDA; AMARO, 2015), sistemática (RIBEIRO; CARVALHO, 2017) e anatomia vegetal (SILVA; FILHA; FREITAS, 2016; PAULETTI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2016; CECCANTINI, 2006; COSTA, 2015). Contudo, ainda há uma carência de modelos didáticos voltados a anatomia vegetal nos ensinos superior.

Pauletti *et al.*, (2014), discentes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul–UFFS, desenvolveram um modelo didático tridimensional para abordar aspectos anatômicos e fisiológicos da epiderme foliar, como estratégia de inclusão para alunos com deficiência visual nas aulas de botânica. As autoras questionaram a compreensão do mundo microscópico, presente no estudo de anatomia vegetal. O microscópio óptico é um instrumento que possibilita a visualização ampliada dessas estruturas, contudo os

modelos didáticos trazem essa acessibilidade visual das estruturas na ausência da microscopia.

No que se refere à utilização de modelos didáticos, especificamente para anatomia vegetal, Ceccantini (2006), destaca um modelo didático tridimensional, em formato de cubo, voltado ao ensino superior, desenhado por Luciana Gussella, evidenciando a anatomia do xilema secundário da raiz, a partir de lâminas de Jatobá. O autor ressalta que os modelos didáticos são pouco aplicados no ensino superior. Como também a importância de atribuir aspectos lúdicos e criativos nas aulas, pois atuam como agentes transformadores tornando as aulas mais agradáveis.

Costa (2015), também desenvolveu modelos didáticos tridimensionais voltados para anatomia das plantas. Os modelos desenvolvidos pela autora mostram o processo evolutivo de formação dos tecidos secundários em raízes e caules de eudicotiledôneas. Além disso, a autora adaptou seus modelos tornando-os acessíveis para a aprendizagem desse conteúdo, para deficientes visuais.

Frente ao exposto, no que se refere a botânica é nítido a carência de modelos didáticos voltados ao ensino superior e médio. Apesar da existência de modelos didáticos para o ensino de botânica, poucos são voltados para a anatomia das plantas. No modelo didático apresentado por Ceccantini (2006), é possível observar em três dimensões, a estrutura anatômica do xilema de raízes em crescimento secundário. Contudo, esse modelo é específico, destinado apenas a estrutura de um dos tecidos de condução que compõe as raízes. Nos modelos propostos por Costa (2015), também é possível observar a anatomia dos tecidos em três dimensões. No entanto, esses modelos mostram apenas a evolução dos tecidos secundários em raízes e caules. Além disso, não foi encontrado na literatura, modelos didáticos tridimensionais relacionados ao corpo primário e secundário da raiz.

Dessa forma, esse trabalho tem como desígnio a construção de modelos didáticos tridimensionais, que auxiliem professores e discentes nas aulas de botânica, especificamente aulas de anatomia vegetal das raízes.

1.1 Justificativa

É imprescindível que na licenciatura os discentes se familiarizem com as diversas áreas da biologia, pois a profissão docente se constrói durante a formação de professores, onde ocorre à aquisição de técnicas e de conhecimento, momento este de socialização e configuração profissional (NÓVOA, 1992). A formação pedagógica do docente será um reflexo do que o mesmo aprendeu e a forma como aprendeu na sua formação superior. Se o licenciando não tiver a formação necessária, é presumível que o mesmo tenha dificuldade de ensinar botânica (SANTOS *et al.*, 2015). Desse modo se faz necessário propor estratégias que auxiliem para que o processo de ensino-aprendizagem seja contextualizado, crítico e significativo.

Sendo assim, a escolha de construção desse modelo didático, resulta do fato de ser um recurso de caráter lúdico e de fácil compreensão, que tem como finalidade, propor ao professor uma ferramenta que auxilie nas aulas de anatomia vegetal, tornando-as mais dinâmicas e ao licenciando trazer uma nova visão sobre o conteúdo abordado. Pois a forma como os conteúdos de botânica é trabalhada, irá definir em grande parte a afinidade dos discentes por essa área. Assim, é provável que a utilização desse modelo didático intensifique a aprendizagem sobre os conteúdos de botânica, especialmente “crescimento primário e secundário em raízes”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O ensino de botânica e as dificuldades dos licenciandos em ciências biológicas

A botânica é a ciência que tem como objeto de estudo as plantas, possibilitando o entendimento sobre a sua classificação taxonômica, morfologia, anatomia e fisiologia. A palavra “botânica” vem do grego *botánē*, que significa “planta”, que deriva, por sua vez, do verbo *boskein*, “alimentar” (RAVEN, 2014). O conhecimento sobre essa área é essencial para a solução de problemas atuais e futuros, como por exemplo, a conservação do meio ambiente (RAVEN, 2014). Como também permite a compreensão da ciência, bem como a sensibilização para a preservação e conservação dos ambientes naturais (ARAÚJO; SILVA, 2014).

A botânica se enquadra na vida dos indivíduos, de forma direta, como por exemplo na alimentação. Ela também pode estar de forma indireta, como em praças arborizadas e em jardins botânicos presentes nas cidades. Sendo assim, seu aprendizado é importante para construção de conhecimentos necessários para a formação de cidadãos conscientes (SANTOS *et al.*, 2015). Diante do fato das plantas estarem sempre presente no cotidiano dos seres humanos, presumia-se que o conteúdo de botânica seria uma disciplina em que os discentes teriam um bom domínio e aceitação, porém o cenário é contrário a essa afirmação. (SANTOS; SILVA; ECHALAR, 2015).

Assim como grande parte dos conteúdos relacionados às disciplinas de ciências e biologia, o ensino de botânica é marcado por diversos obstáculos que poderiam ser transpostos com o desenvolvimento de atividades práticas e materiais didáticos voltados para o aproveitamento desse estudo, reduzindo assim o desinteresse dos discentes por esse assunto (MELO *et al.*, 2012).

O ensino de botânica apresenta diversos problemas relacionados à forma como seus conteúdos são trabalhados. A ênfase maior tem sido a repetição, deixando de lado o questionamento, a problematização e contextualização do conteúdo. Sendo o professor por tanto, o detentor do conhecimento, apenas transmitindo o conteúdo aos discentes de forma tradicionalista, não problematizada, descontextualizada e distante do meio que os cercam (KINOSHITA *et al.*, 2006).

Segundo (ARAÚJO; SILVA, 2015, p.100) “o ensino de Botânica baseado no método tradicional que prioriza a memorização, acaba desmotivando os estudantes

a aprenderem as diferentes relações que o conteúdo científico dessa área do conhecimento tem a oferecer”. Esse desinteresse dos discentes em aprender, e dos professores em ensinar botânica, torna evidente um termo chamado “cegueira botânica”, que retrata a incapacidade de perceber a importância das plantas, que por sua vez se relaciona diretamente com o ensino-aprendizagem da botânica (WANDERSEE, 2001, HERSHEY, 2002 *apud* TOWATA; URSI; SANTOS, 2010).

A abordagem tradicional orienta a seleção e a distribuição dos conteúdos, gerando atividades fundamentadas na memorização, com raras possibilidades de contextualização. Ao formular atividades que não contemplam a realidade imediata dos alunos, perpetua-se o distanciamento entre os objetivos do recurso em questão e o produto final. Formam-se então indivíduos treinados para repetir conceitos, aplicar fórmulas e armazenar termos, sem, no entanto, reconhecer possibilidades de associá-los ao seu cotidiano. O conhecimento não é construído, e ao aluno relega-se uma posição secundária no processo de ensino-aprendizagem (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 94).

Compreende-se que a falta de contextualização, a ausência de aulas práticas e investigativas, a grande quantidade de atividades ligadas à memorização de nomenclaturas e conceitos estruturais são alguns dos aspectos que contribuem consideravelmente para o desinteresse dos discentes (PIERONI; ZANCUL, 2017).

É válido afirmar que um dos maiores agravantes, referente à aprendizagem da botânica na graduação, é a forma como esse conteúdo é abordado. Segundo Figueiredo (2009), os conteúdos de botânica são trabalhados de forma fragmentada, um conteúdo é visto independente do outro, (morfologia independente de fisiologia e anatomia), e de outros conteúdos da biologia como a ecologia e evolução. Essa fragmentação dos conteúdos gera um déficit na aprendizagem, pois os discentes aprendem esses conteúdos separadamente sem entender a relação existente entre eles.

As dificuldades em aprender e ensinar botânica estende-se desde a educação básica ao ensino superior. Santos *et al.*, (2015), afirma que no ensino superior especificamente nos cursos de licenciatura, os discentes além de aprenderem os conteúdos de botânica, precisam aprender a ensinar botânica.

É comum que um professor ao ministrar uma aula de botânica, reproduza as metodologias de ensino utilizadas por seus professores formadores. Desse modo, ocorre uma constante dependência, onde as aulas de botânica permanecem sendo

planejadas e executadas da mesma maneira sem acompanhar as mudanças necessárias (FONSECA; RAMOS, 2017).

É durante a graduação que os discentes constroem a sua docência, sendo a sua formação um espelho para sua prática pedagógica. Sendo assim, cabe ao professor da graduação como mediador desse processo, desenvolver metodologias e técnicas para que o discente desperte gosto por esse conteúdo. Porém durante a graduação nem sempre isso se torna possível.

Poucos são os espaços oferecidos pelos cursos de Licenciatura para o contato dos futuros professores com práticas de ensino inovadoras assim como também é percebida a desarticulação existente entre âmbitos conceituais, didáticos e práticos dentro da formação, e, por conseguinte, mesmo tendo 'aprendido' teorias de ensino e aprendizagem contemporâneas os futuros professores não conseguem aplicá-las, pois afinal não as vivenciaram efetivamente. Fatores históricos e estruturantes, concepções formativas arraigadas em modelos dominantes de ensino fazem com que as vivências metodológicas dos futuros professores sejam vistas meramente por aulas expositivas, em que o aluno é o ouvinte e o professor um agente transmissor das verdades da ciência (PREDEBON; DEL PINO, 2009, p. 238).

Segundo Silva, Sampaio e Coffani-nunes (2014), a literatura aponta a busca por melhorias na qualidade de ensino, devido à existência de uma grande quantidade de recursos a serem explorados nessa área. É necessário intensificar os estudos e divulgar novas metodologias, tendo em vista que ainda é frequente o despreparo de muitos docentes em lidar com os conteúdos da botânica quando relacionado ao processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Mendonça e Santos (2011), práticas inovadoras de ensino ainda são vistas por muitos professores como uma barreira, pois não condiz com a sua formação. Mas, são perceptíveis as mudanças relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem quando se utiliza uma aula dinâmica com maior participação do discente.

Novas estratégias de ensino despertam o interesse tanto dos discentes em aprender quanto dos professores em ensinar. Para a aprendizagem ocorrer de forma significativa é necessário utilizar um modelo dinâmico de ensino. “Desse modo o aluno poderá reconstruir e consolidar os conceitos que já tinha, o que lhe dará a possibilidade de agir diante da realidade” (MELO *et al.*, 2012, p. 6).

Sendo assim, é considerável a busca por metodologias que fujam do método de ensino tradicionalista. Bem como a inserção de ferramentas alternativas que

ajudem a sanar essa visão de que a botânica é uma disciplina desestimulante. Desse modo, os professores da graduação assim como os futuros docentes, poderão vivenciar na prática, as diferenças no processo de ensino aprendizagem quando atribuirmos novas metodologias a prática docente.

2.2 Utilizações de modelos didáticos no ensino de botânica

A botânica é uma disciplina com aporte teórico muito extenso, grande quantidade de estruturas morfológicas, anatômicas e processos fisiológicos complexos, que precisam ser compreendidos pelos discentes. Desta forma, carecem de recursos didáticos alternativos para reparar essas dificuldades encontradas nessa área do ensino. Conforme afirmam Pellanda e Amano (2015), a compreensão da espacialidade e tridimensionalidade das estruturas se apresenta como um conhecimento significativo muito mais importante, que simplesmente a descrição e distinção das estruturas. As autoras ainda ressaltam a carência de modelos didáticos vegetais.

Os modelos didáticos são instrumentos eficazes na prática docente diante da abordagem dos conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão pelos discentes (SETÚVAL; BEJARANO, 2009). Modelos didáticos são ferramentas facilitadoras, que podem ser utilizados pelo professor para enriquecer a aula, auxiliar na compreensão do conteúdo e até mesmo servir como forma de revisão e consolidação dos conteúdos e ao discente uma forma de visualizar as estruturas, que antes eram vistas de forma abstrata.

Modelos biológicos como estruturas tridimensionais ou semi-planas (alto relevo) e coloridas são utilizadas como facilitadoras do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas e, muitas vezes, descoloridas dos livros-texto. Além do lado visual, esses modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado (ORLANDO *et al.*, 2009, p. 2).

Diante disso, o docente precisa realizar um planejamento crítico das aulas, de modo que o recurso didático acrescente de forma significativa ao conteúdo visto, e sirva como ligação, entre o conteúdo teórico e prático, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem. É necessário que o recurso didático utilizado esteja de acordo com o que vai ser ou já foi estudado, para que o professor saiba e consiga usá-lo de

forma que seus objetivos sejam alcançados e o discente consiga atrelar teoria e prática (NICOLA; PANIZ, 2016).

Desse modo os modelos didáticos possibilitam expor uma estrutura ou processo biológico, favorecendo o entendimento de fenômenos abstratos, transformando o aprendizado em algo concreto para os discentes. Além disso, permite ao professor aplicar seus conhecimentos de forma prática, simples e menos complexa, facilitando a compreensão dos discentes (DANTAS *et al.*, 2016). Assim a aprendizagem torna-se mais efetiva, e além de aprender os conteúdos os discentes vivenciam na prática meios alternativos que interligam teoria e prática contribuindo para sua formação docente.

Atualmente, a literatura traz uma vasta quantidade de modelos didáticos biológicos, que englobam várias áreas como: Embriologia, zoologia, histologia, genética, biologia celular (FONTES; ELIAS; AOYAMA, 2019), que estão sendo produzidos e utilizados como ferramentas práticas, que auxiliam na compreensão espacial de estruturas e processos biológicos, atrelando teoria e prática. Entretanto, a quantidade de modelos didáticos propostos para o ensino superior é reduzida, principalmente modelos didáticos vegetais.

Para o ensino de botânica existem modelos didáticos voltados para morfologia vegetal (SANTOS; ALMEIDA, 2013; PELLANDA; AMARO, 2015), sistemática vegetal (RIBEIRO; CARVALHO, 2017) e anatomia vegetal (SILVA; FILHA; FREITAS, 2016; PAULETTI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2016; CECCANTINI, 2006; COSTA, 2015).

O trabalho desenvolvido por Santos e Almeida (2013), teve como objetivo principal, analisar a eficácia da utilização de um modelo didático como ferramenta de ensino e seu papel no processo de ensino-aprendizagem acerca da morfologia floral, em uma turma de ensino médio de uma escola pública. Os autores estimularam os discentes a montarem as estruturas que formariam o modelo didático, com base no conhecimento prévio que os mesmos possuíam sobre a morfologia das flores. Em seguida ministraram uma aula teórica sobre o conteúdo proposto e após a aula o mesmo modelo foi reaplicado, com intuito de fixação do conteúdo e corrigir possíveis equívocos cometidos no primeiro momento. Os autores conseguiram perceber que na reaplicação do modelo didático os discentes se mostraram mais envolvidos e

interessados. Confirmando a concepção de que os discentes esperam por aulas mais desafiadoras. E os modelos didáticos são recurso que estimulam e auxiliam a compreensão dos conteúdos.

Os modelos didáticos propostos por Pellanda e Amaro (2015), são voltados ao ensino superior. As autoras questionam a aplicação de modelos didáticos de botânica na graduação, pois nas aulas de botânica e no programa de monitoria, notou-se que os discentes apresentavam dificuldade na visualização tridimensional e espacial das estruturas vegetais. As autoras desenvolveram dois modelos didáticos, com a finalidade de auxiliar na compreensão do conteúdo teórico e tornar a aprendizagem significativa. Os dois modelos didáticos construídos abordavam à filotaxia, que corresponde ao padrão de distribuição das folhas no caule, e outro, aos tipos morfológicos de gineceu, que corresponde a estrutura feminina das flores. Através da aplicação desses modelos notaram que, os modelos desenvolvidos auxiliaram na compreensão do conteúdo teórico e possibilitou também a comparação das estruturas demonstradas nos modelos com as plantas naturais, possibilitando diferenciá-las quanto a filotaxia e a organização dos carpelos.

Através da proposta desenvolvida por Ribeiro e Carvalho (2017), onde o objetivo principal era despertar em discentes do ensino médio o interesse pela botânica. Os modelos didáticos foram construídos pelos próprios discentes com a orientação da professora. Os discentes foram divididos em quatro grupos, onde cada grupo confeccionaria estruturas referentes aos tipos de plantas: Briófitas, pteridófitos, gimnospermas e angiospermas. Após a fabricação dos modelos foi realizado a exposição dos modelos por cada grupo, onde os discentes descreveram as funções e conceitos de cada estrutura produzida por eles. O resultado dessa pesquisa foi possível através da comparação dos testes que foram realizados: o primeiro antes da confecção dos modelos e o segundo após a confecção dos modelos. Foi possível notar que após a construção dos modelos os discentes tiveram uma margem de erro muito inferior, quando comparados os questionários, demonstrando melhores resultados no processo de aprendizagem deste conteúdo.

Para Silva; Filha; Freitas (2016), no ensino fundamental os discentes adquirem conhecimentos necessários para a compreensão do mundo, assim como atuar como cidadãos, através de conhecimentos científicos. As autoras trazem como proposta, a construção de modelos didáticos, como complemento para o estudo da

anatomia celular. Foram desenvolvidos modelos de célula animal e célula vegetal. Possibilitando trabalhar a distinção entre ambas as células, assim como a identificação das organelas. As autoras ressaltam que esse era um conteúdo que os discentes apresentavam um baixo desempenho. Após a construção dos modelos didáticos obtiveram como resultado, que a inserção dos modelos didáticos no ensino de anatomia celular, possibilitou superar as dificuldades em trabalhar esse conteúdo que é considerado complexo e abstrato.

O modelo didático tridimensional desenvolvido por Pauletti *et al.*, (2014), retrata a anatomia da epiderme foliar e seus principais constituintes: cutícula, complexo estomático e tricomas. Esse modelo tem como objetivo ampliar as estruturas microscópicas e tornar o modelo didático acessível a discentes com deficiência visual. Como também, remediar as dificuldades relacionadas a ausência de microscópios em escolas públicas para observação dessas estruturas. As autoras questionam a compreensão do mundo microscópico. E trazem como alternativa, a utilização de modelos didáticos tridimensionais que estimulem a reflexão dos discentes acerca do conteúdo em questão.

A proposta de Costa *et al.*, (2016), foi a construção de modelos didáticos para o ensino médio, voltados para a anatomia de raiz e caule, utilizando porcelana fria. O objetivo dos modelos desenvolvidos, eram mostrar as características das células que formam cada tecidos, além disso a diferença entre a disposição dos tecidos em um corte transversal de raiz e caule. As autoras concluíram que a utilização de modelos didáticos para representação de estruturas microscópicas é uma alternativa positiva para aprendizagem.

Já o modelo didático tridimensional de Ceccantini (2006), evidencia a anatomia (células e tecidos) do xilema secundário da raiz. Esse modelo foi elaborado a partir de lâminas de Jatobá. Com o intuito de demonstrar esse tecido de condução através de três dimensões, para aulas no ensino superior. Além disso, o autor resalta a ausência de modelos didáticos voltados ao ensino superior, principalmente modelos vegetais. Pois os modelos didáticos são significativos no processo de ensino aprendizagem quando atribuídos a metodologia de ensino.

Os modelos tridimensionais propostos por Costa (2015), destacam a evolução dos tecidos secundários de raízes e caules de eudicotiledôneas. Esses modelos

foram desenvolvidos a partir de imagens ilustrativas do livro didático do ensino superior Raven-Biologia Vegetal. Os modelos em questão foram desenvolvidos e adaptados para alunos com deficiência visual. Além disso, as autoras trazem como proposta, a utilização e confecção desse mesmo material, em aulas de anatomia vegetal voltadas a esse conteúdo.

Como se não bastasse os poucos trabalhos presentes na literatura trazendo modelos didáticos voltados a área da botânica, dentre eles há uma escassez nos que abordam a anatomia das plantas. Além do que, não foi encontrado modelo didático tridimensional relacionado ao corpo primário e secundário da raiz.

Com base no exposto, esse trabalho tem o intuito de construir modelos didáticos que atendam às necessidades conceituais e espaciais. Os aspectos conceituais poderão ser trabalhados a partir da manipulação e exploração do modelo didático. Onde será possível observar as células e tecidos presentes nas raízes das plantas, mostrando a disposição dos tecidos do corpo primário (monocotiledôneas e eudicotiledôneas) e secundário (eudicotiledôneas). Tornando possível o entendimento acerca de tecidos de condução, distinção anatômica das raízes entre as duas classificações de plantas e, principalmente, a compreensão espacial da estrutura por se tratar de um modelo tridimensional.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver modelos didáticos sobre a anatomia das raízes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem nas aulas de botânica no ensino superior e médio.

3.2 Objetivos Específicos

- Fazer uma descrição da anatomia das raízes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas baseada nos livros didáticos do ensino superior e médio;
- Confeccionar dois modelos didáticos que mostrem a distribuição dos tecidos primários nas raízes das monocotiledôneas e eudicotiledôneas;
- Confeccionar um modelo didático que mostre a distribuição dos tecidos secundários nas raízes das eudicotiledôneas;
- Elaborar um guia para a montagem dos modelos didáticos;

4 METODOLOGIA

A escolha em construir modelos didáticos voltados a anatomia das raízes, se deu através da percepção de que, ao estudar esses conteúdos no curso de licenciatura em ciências biológicas e no ensino médio, muitos discentes apresentam dificuldades em entender as estruturas e processos que tratavam da anatomia de raízes. Segundo Costa (2015), na maioria das vezes, esse conteúdo é apresentado através de imagens presentes no livro didático ou através de microscopia, onde ambos apresentam as estruturas de forma bidimensional.

Foram realizadas leituras dos livros: *Biologia Vegetal* (EVERT; EICHHORN; 2014) e *Anatomia Vegetal* (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006), do ensino superior; *Bio* (LOPES; ROSSO, 2016), do ensino médio. Especificamente dos capítulos que abordam os conceitos da anatomia das raízes. Após essa análise, foi realizada a descrição desse conteúdo. Em seguida, foram elaborados três modelos didáticos: 1) e 2) estrutura primária das raízes de monocotiledônea e eudicotiledônea, representam uma seção da região pilífera da raiz; 3) estrutura secundária da raiz de eudicotiledônea, representa uma seção da região mais madura da raiz, localizada acima da região pilífera. Esses modelos didáticos foram elaborados com base no conteúdo teórico, nas imagens e esquemas de cortes anatômicos de raízes em crescimento primário e secundário, presentes nos livros. Essas imagens serviram como base para elaboração dos modelos didáticos. De modo que os modelos se complementem, possibilitando o entendimento da formação dos tecidos que compõe as raízes, assim como a diferença entre a estrutura da raiz de monocotiledônea e eudicoteledônea em crescimento primário.

Os materiais escolhidos para a montagem dos modelos são materiais recicláveis e de baixo custo. Dessa forma, os discentes podem adquirir esses materiais facilmente. Com a construção dos modelos utilizando materiais recicláveis, os discentes também contribuirão com a conservação do meio ambiente.

QUADRO 1- Materiais utilizados na confecção dos modelos.

Materiais:	Função:
Papelão;	Confecção dos anéis que irão representar os tecidos;
Blocos de isopor utilizado em lajes;	Confecção dos cilindros que irão representar os cortes transversais da raiz;
Lixa;	Lixar o centro do cilindro de isopor formando uma cavidade;
Compasso;	Desenhar os anéis e círculos no papelão e isopor;
Tesoura e estilete;	Recortar os anéis de papelão e o bloco de isopor;
Massa de biscuit;	Moldar os pelos radiculares;
Cola instantânea;	Colar os pelos radiculares em algumas células da epiderme;
Tinta acrílica: (branca, preta, marrom, amarela, laranja, rosa, roxa, vermelha, azul e creme);	Pintar cada peça dos modelos com uma cor diferente;
Pinceis;	Pintura das peças;

Fonte: A autora (2021).

Após a confecção dos modelos didáticos propostos foi elaborado um guia com os materiais e o passo a passo para a montagem de cada modelo. Isso permite que os estudantes possam montar os modelos em sala de aula, com a orientação do professor.

5 RESULTADOS

Ao longo desse trabalho foi observado os conteúdos de anatomia vegetal e a forma como esses conteúdos são vistos no ensino superior e médio. Os resultados desse estudo mostram os assuntos abordados e os guias para confecção dos modelos propostos.

5.1. Conteúdos abordados no modelo didático

As raízes são órgãos das plantas cujas principais funções são fixação, absorção, reserva e condução. A depender de fatores adaptativos de algumas espécies, a raiz pode apresentar outras funções tais como: grampiformes; estranguladoras; respiratórias; escoras; tabulares; reserva; haustórios; contrácteis; gemíferas (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006; LOPES; ROSSO, 2016).

A primeira raiz da planta tem sua origem a partir do embrião, é chamada de raiz primária/pivotante. Apresenta uma raiz extremamente desenvolvida com suas ramificações. Esse sistema é chamado de sistema radicular pivotante. É o sistema radicular presente nas plantas Eudicotiledôneas, como podemos ver na figura 1; (RAVEN, 2014; LOPES; ROSSO, 2016).

Figura 1- Sistema radicular pivotante.



Fonte: A autora (2021).

Nas plantas Monocotiledôneas a raiz primária tem vida curta, sendo o sistema radicular dessas plantas formado por raízes adventícias, que tem origem a partir do caule. Nenhuma raiz é mais proeminente que as outras, essas raízes compõem o sistema radicular fasciculado, como podemos ver na figura 2; (RAVEN, 2014; LOPES; ROSSO, 2016).

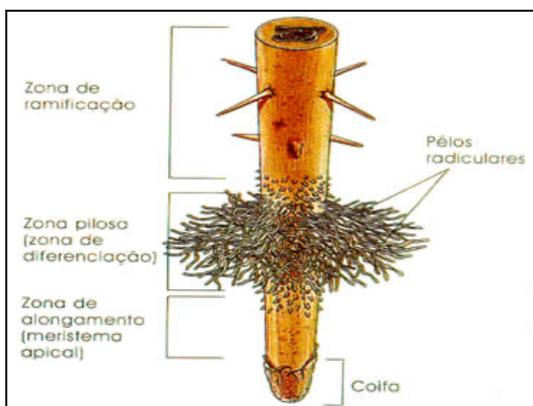
Figura 2- Sistema radicular fasciculado.



Fonte: A autora (2021).

Considerando a morfologia externa da raiz, é possível observar as seguintes partes: coifa, zona lisa ou de crescimento, zona pilífera e zona de ramificação.

Figura 3- Esquema da morfologia externa da raiz.



Fonte: Mundo educação, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/raizes-dicotiledoneas-monocotiledoneas.htm>

A anatomia dessas regiões corresponde: 1) as regiões de divisão celular - sendo a região da raiz onde ocorre as divisões celulares, meristema apical da raiz protegido pela coifa; 2) a região de alongamento - as células nessa região estão se alongando aumentando o comprimento da raiz; 3) a zona pilífera - é a região de absorção da raiz, de onde partem os pelos, cujas células absorvem água do ambiente e 4) a região de maturação – onde os tecidos primários da raiz em sua maioria completam o desenvolvimento. “Os tecidos meristemáticos primários - protoderme, meristema fundamental e procâmbio - dão origem, respectivamente, a epiderme, ao córtex e ao cilindro vascular, constituindo a estrutura primária da raiz” (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006, p. 268; LOPES; ROSSO, 2016).

A epiderme constitui o sistema dérmico, o córtex o sistema fundamental e os tecidos vasculares xilema e floema o sistema vascular. A epiderme é formada por um conjunto de células justapostas de parede fina. Algumas células sofrem expansão e formam pelos radiculares, aumentando a área de absorção. O córtex é constituído da região abaixo da epiderme até o cilindro vascular. Em sua maioria é formado por camadas de células parenquimáticas que armazenam amido. As raízes podem desenvolver no córtex duas camadas de células, uma mais externa chamada exoderme e uma mais interna chama endoderme. A endoderme é caracterizada por uma camada de células que desenvolvem as estrias de Caspary, que formam uma barreira ao fluxo de água e íons. O cilindro vascular é formado por uma camada de células, o periciclo e, os tecidos vasculares xilema e floema. Essas estruturas expostas compõe a formação dos tecidos internos da raiz em crescimento primário. Constitui as raízes de todas as plantas monocotiledôneas como também as raízes das eudicotiledôneas em crescimento primário. A diferença entre monocotiledôneas e eudicotiledôneas em crescimento primário consiste na presença de medula no centro do cilindro vascular das monocotiledôneas. Essa medula é formada por tecido parenquimático e envolve os tecidos de condução. (RAVEN, 2014; APPEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006; LOPES; ROSSO, 2016).

As estruturas de crescimento secundário ocorrem nas raízes das eudicotiledôneas. Através da formação de (1) tecidos vasculares secundários:

xilema secundário e floema secundário, a partir do câmbio vascular e (2) a periderme. O periciclo vai formar o felogênio que é um tecido meristemático, onde o felogênio produz feloderme para o interior e o súber para o exterior, formando, portanto, a periderme (RAVEN, 2014). A formação de xilema e floema secundário faz com que os tecidos vasculares aumentem de espessura. O periciclo força o córtex em direção a periferia, onde se localizava a epiderme anteriormente no crescimento primário. O córtex não aumenta em espessura, ele vai sendo empurrado devido a esse aumento dos tecidos vasculares sendo, portanto, eliminado junto com a epiderme. Portanto, a periderme, é um tecido de revestimento que substitui a epiderme durante o crescimento secundário. (APPEZZATO-DAGLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

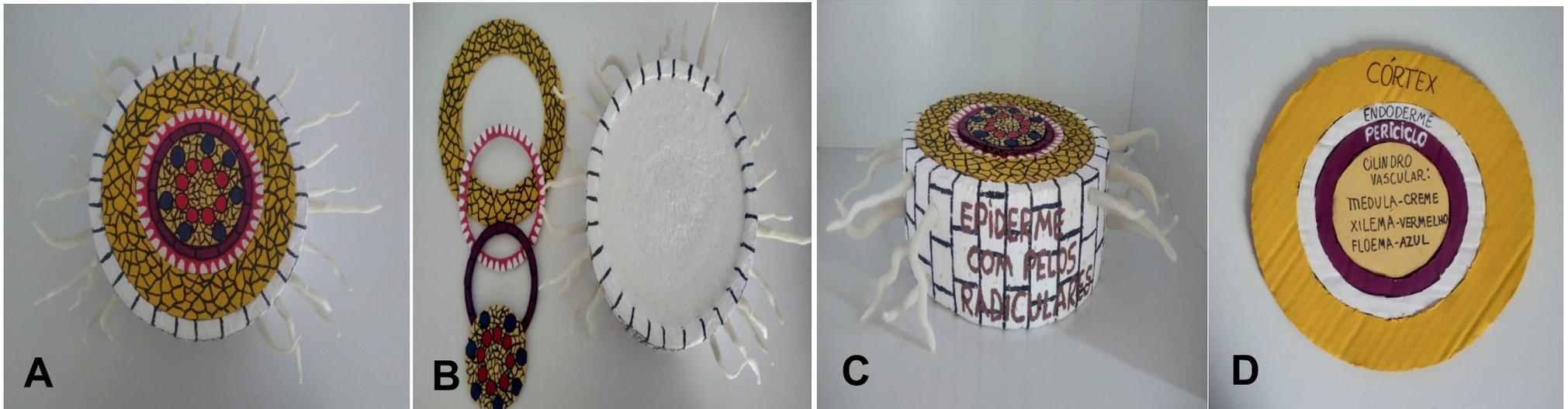
5.2 Guias para montagem dos modelos didáticos

Quadro 2- Modelo didático: Anatomia do corpo primário de monocotiledônea.

Etapas	Descrição	Passo a passo:
1	Base para montagem do modelo	Confeccione um cilindro de isopor com 20 cm de diâmetro e 7 cm de comprimento com o auxílio de compasso e estilete. Desenhe um círculo com 19 cm de diâmetro nas duas extremidades do cilindro. Remova a parte central de cada círculo com uma lixa para formar uma cavidade. Este procedimento resulta na formação de dois anéis fixos de 1 cm de espessura, um em cada extremidade do cilindro. Os anéis representam a epiderme do modelo. Molde os pelos radiculares com massa de biscuit e cole em algumas células da epiderme.
2	Representação dos tecidos internos	Com o auxílio do compasso, desenhe no papelão seis anéis com as seguintes medidas: 1) dois de 18 cm de diâmetro e 3 cm de espessura, para representar o córtex; 2) dois de 15 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar a endoderme; 3) dois de 14 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar o periciclo. Recorte os anéis com o auxílio da tesoura. Recorte duas peças de papelão em formato de moeda com 13 cm de diâmetro para representar o cilindro vascular. Desenhe nos centros das moedas a medula e, na periferia, os tecidos xilema e floema primários.
3	Pintura das peças	Pinte: 1) o cilindro de isopor e os anéis fixos (que representam a epiderme) das suas extremidades de branco. Informe o nome do tecido no cilindro de isopor; 2) os anéis de papelão que representam o córtex de amarelo; 3) os anéis de papelão que representam a endoderme de branco. Evidenciar as estrias de Caspary em vermelho; 4) os anéis de papelão que representam o periciclo de roxo; 5) os centros das moedas de papelão que representam a medula de creme. Na periferia das moedas de papelão, o xilema de vermelho e o floema de azul. Informe os nomes dos tecidos nos versos dos anéis e das moedas. Fazer o limite das células de cada tecido com tinta preta.
4	Montagem do modelo	Encaixe os anéis de papelão, do maior para o menor, dentro dos anéis fixos das extremidades do cilindro de isopor. Posteriormente, encaixe as moedas nas regiões centrais de cada extremidade do cilindro de isopor. O modelo deve ser montado como um jogo de quebra-cabeça. Caso necessário, remova 1 mm das bordas dos anéis e moedas para que ocorra o encaixe perfeito das peças.

Fonte: A autora (2021).

Figura 4 – Modelo didático: Anatomia do corpo primário de monocotiledônea.



Fonte: A autora (2021).

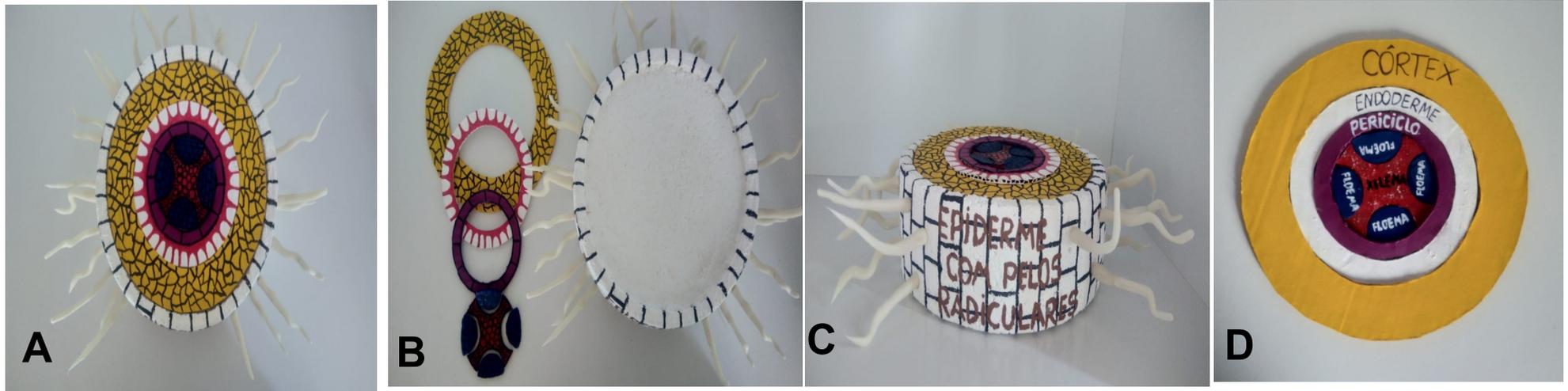
A. Vista superior (epiderme com pelos radiculares branco; córtex amarelo; endoderme branco com estrias de caspary em vermelho; periciclo roxo; cilindro vascular com medula creme, xilema primário vermelho e floema primário azul). B. Vista superior das peças em formato de quebra-cabeça. C. Vista tridimensional. D. Vista dos tecidos com seus respectivos nomes no verso das peças.

Quadro 3- Modelo didático: Anatomia do corpo primário de eudicotiledônea.

Etapas	Descrição	Passo a passo:
1	Base para montagem do modelo	Confeccione um cilindro de isopor com 20 cm de diâmetro e 7 cm de comprimento com o auxílio de compasso e estilete. Desenhe um círculo com 19 cm de diâmetro nas duas extremidades do cilindro. Remova a parte central de cada círculo com uma lixa para formar uma cavidade. Este procedimento resulta na formação de dois anéis fixos de 1 cm de espessura, um em cada extremidade do cilindro. Os anéis representam a epiderme do modelo. Molde os pelos radiculares com massa de biscuit e cole em algumas células da epiderme.
2	Representação dos tecidos internos	Com o auxílio do compasso, desenhe no papelão seis anéis com as seguintes medidas: 1) dois de 18 cm de diâmetro e 3 cm de espessura, para representar o córtex; 2) dois de 15 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar a endoderme; 3) dois de 14 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar o periciclo. Recorte os anéis com o auxílio da tesoura. Recorte duas peças de papelão em formato de moeda com 13 cm de diâmetro para representar o cilindro vascular. Desenhe e recorte nas moedas uma cruz, representando o xilema primário e, quatro semicírculos nos quadrantes da cruz, representando o floema primário.
3	Pintura das peças	Pinte: 1) o cilindro de isopor e os anéis fixos (que representam a epiderme) das suas extremidades de branco. Informe o nome do tecido no cilindro de isopor; 2) os anéis de papelão que representam o córtex de amarelo; 3) os anéis de papelão que representam a endoderme de branco. Evidenciar as estrias de Caspary em vermelho; 4) os anéis de papelão que representam o periciclo de roxo; 5) a cruz de papelão representando o xilema de vermelho, traçar um contorno de tinta preta no entorno da cruz representando o procâmbio, os semicírculos de papelão representando o floema de azul. Informe os nomes dos tecidos nos versos dos anéis, da cruz e semicírculos. Fazer o limite das células de cada tecido com tinta preta.
4	Montagem do modelo	Encaixe os anéis de papelão, do maior para o menor, dentro dos anéis fixos das extremidades do cilindro de isopor. Posteriormente, encaixe a cruz e os semicírculos nas regiões centrais de cada extremidade do cilindro de isopor. O modelo deve ser montado como um jogo de quebra-cabeça. Caso necessário, remova 1 mm das bordas das peças para que ocorra o encaixe perfeito entre elas.

Fonte: A autora (2021).

Figura 5 – Modelo didático: Anatomia do corpo primário de eudicotiledônea.



Fonte: A autora (2021).

A. Vista superior (epiderme com pelos radiculares branco; córtex amarelo; endoderme branco com estrias de caspary em vermelho; periciclo roxo; cilindro vascular com xilema primário vermelho e floema primário azul). B. Vista superior das peças em formato de quebra-cabeça. C. Vista tridimensional. D. Vista dos tecidos com seus respectivos nomes no verso das peças.

QUADRO 4- Modelo didático: Anatomia do corpo secundário de eudicotiledônea.

Etapas	Descrição	Passo a passo:
1	Base para montagem do modelo	Confeccione um cilindro de isopor com 20 cm de diâmetro e 7 cm de comprimento com o auxílio de compasso e estilete. Desenhe um círculo com 19 cm de diâmetro nas duas extremidades do cilindro. Remova a parte central de cada círculo com uma lixa para formar uma cavidade. Este procedimento resulta na formação de dois anéis fixos de 1 cm de espessura, um em cada extremidade do cilindro. Os anéis representam o súber do modelo.
2	Representação dos tecidos internos	Com o auxílio do compasso, desenhe no papelão oito anéis com as seguintes medidas: 1) dois de 18 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar o felogênio; 2) dois de 17 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, para representar a feloderme; 3) dois de 16 cm de diâmetro e 2 cm de espessura, para representar o floema secundário; 4) dois de 14 cm de diâmetro e 1 cm de espessura para representar o câmbio vascular. Recorte os anéis com o auxílio da tesoura. Recorte duas peças de papelão em formato de moeda com 13 cm de diâmetro para representar o xilema secundário. Desenhe nos centros das moedas uma cruz pequena representando os resquícios de xilema primário. No entorno da cruz, desenhe o xilema secundário.
3	Pintura das peças	Pinte: 1) o cilindro de isopor e os anéis fixos (que representam o súber) das suas extremidades de marrom. Informe o nome do tecido no cilindro de isopor; 2) os anéis de papelão que representam o felogênio de rosa; 3) os anéis de papelão que representam a feloderme de laranja. 4) os anéis de papelão que representam o floema secundário de azul; 5) os anéis de papelão que representam o câmbio vascular de preto; 6) as moedas de papelão que representam o xilema secundário de vermelho. Informe os nomes dos tecidos nos versos dos anéis e das moedas. Fazer o limite das células de cada tecido com tinta preta.
4	Montagem do modelo	Encaixe os anéis de papelão, do maior para o menor, dentro dos anéis fixos das extremidades do cilindro de isopor. Posteriormente, encaixe as moedas nas regiões centrais de cada extremidade do cilindro de isopor. O modelo deve ser montado como um jogo de quebra-cabeça. Caso necessário, remova 1 mm das bordas dos anéis e moedas para que ocorra o encaixe perfeito das peças.

Fonte: A autora (2021).

Figura 6 – Modelo didático: Anatomia do corpo secundário de eudicotiledônea.



Fonte: A autora (2021).

A. Vista superior (súber marrom; felogênio rosa; feloderme laranja; floema secundário azul, câmbio vascular preto e xilema secundário vermelho). B. Vista superior das peças em formato de quebra-cabeça. C. Vista tridimensional. D. Vista dos tecidos com seus respectivos nomes no verso das peças.

6 DISCUSSÃO

Nas aulas de anatomia vegetal é comum o relato de discentes acerca da dificuldade em compreender os conteúdos teóricos a partir de uma visão tridimensional, pois as ilustrações presentes nos livros didáticos e as imagens vistas através da microscopia são apresentadas de forma bidimensional. Sendo assim, modelos didáticos que contemplem a tridimensionalidade podem beneficiar o processo de ensino-aprendizagem (AMARAL; COSTA, 2010).

A construção e a utilização de um modelo didático atuam como complemento ao conteúdo teórico. A construção de um modelo permite aos discentes analisarem o objeto estudado de forma mais detalhada, possibilitando novas descobertas, pois estimula o interesse e a curiosidade (BASTOS; FARIAS, 2011). Sendo assim o uso dessa ferramenta didática é fundamental na formação do aprendiz.

Os modelos didáticos apresentados neste trabalho são autoexplicativos, representam um corte transversal da raiz e construídos no formato de quebra-cabeça. Além disso, os recursos didáticos são tridimensionais proporcionando aos discentes observar as estruturas em três dimensões.

Utilizando os modelos didáticos construídos neste estudo, o professor pode trabalhar diferentes conteúdos como: Tecidos de condução, formação dos tecidos que compõem as raízes e distinção anatômica das raízes entre as monocotiledôneas e eudicotiledôneas. Possibilitando uma aprendizagem significativa, onde os discentes podem visualizar as estruturas, de forma ampliada e sanar as dúvidas existentes quando essas estruturas são observadas apenas através de imagens de microscopia.

O critério de escolha dos materiais utilizados na construção dos modelos foi o custo-benefício e o fácil acesso a esses materiais. O bloco de isopor, por exemplo, é utilizado na construção civil, nas lajes das casas. Sendo assim, são facilmente encontrados em construções. O papelão é um material que pode ser reutilizado contribuindo com o meio ambiente. Desse modo, os modelos são fáceis de serem reproduzidos nas aulas de anatomia de raízes, devido aos materiais serem acessíveis e a fácil confecção.

Além disso, esses modelos podem ser utilizados tanto no ensino superior quanto no ensino médio. Onde na graduação os discentes podem construir esses

modelos com a finalidade de fixar o conteúdo em questão, vivenciando na prática a utilização de metodologias que facilitam a aprendizagem. Levando esse fato em consideração, esses discentes podem utilizar os mesmos modelos que vivenciaram na graduação ao ministrar as aulas no ensino médio, durante a prática da sua docência. Trazendo como proposta para os discentes a construção desses modelos, após uma aula de anatomia vegetal de raízes. Tornando esses conteúdos mais dinâmico, visto que no ensino médio esses conteúdos são pouco abordados e na maioria das vezes quando são vistos apenas a teoria é tratada.

7 CONCLUSÃO

Os modelos didáticos desenvolvidos nesse trabalho possibilitam a compreensão dos tecidos que formam as raízes das plantas. Como também a distinção anatômica entre raízes em crescimento primário e secundário. Além disso, a diferença estrutural das raízes de monocotiledôneas e eudicotiledôneas em crescimento primário. Levando em consideração que a literatura não apresenta modelos didáticos voltados para esse conteúdo, os modelos didáticos produzidos nesse estudo trazem uma nova abordagem sobre a anatomia de raízes.

Os modelos didáticos desse trabalho podem ser construídos tanto no ensino superior quanto no ensino médio independentemente do poder aquisitivo dos professores e discentes, isso porque os materiais utilizados são recicláveis e de baixo custo. Sendo assim é possível o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis que possam ser reaplicados com facilidade.

Portanto, foi possível perceber no desenvolvimento dos modelos didáticos, que recursos que possibilitam a visualização ampliada de estruturas microscópicas são bastante significativos, pois esses recursos podem representar a realidade trazendo consigo a possibilidade de construção de um conhecimento significativo para os discentes, como também possibilita a compreensão dos conceitos de tridimensionalidade presente nas estruturas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, S. R.; COSTA, F. G. Estratégias para o ensino de ciências: Modelos tridimensionais – uma nova abordagem no ensino do conceito de célula. In: PARANÁ. Governo do Estado do Paraná. **[Portal da] Secretaria Estadual de Educação**. Curitiba: Secretaria Estadual de Educação, [201-]. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1864-8.pdf. Acesso em: 13 out. 2021.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006.
- ARAÚJO, G. C. **Botânica no ensino médio**. 2011. 26 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Biologia a distância) – Universidade de Brasília/Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011.
- ARAÚJO, J. N.; SILVA, M. F. V. Aprendizagem significativa de botânica em ambientes naturais. **ARETÉ Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 8, n. 15, p. 100-108, 2015.
- ARAÚJO, J. N.; SILVA, M. F. V. Contribuições da formação científica no ensino de botânica. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO- EDUCERE, 13., 2017, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: Universidade Católica do Paraná – Campus Curitiba, 2017, p. 2984-3001.
- AMORIM, A. S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio**. 2013. 50 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Ceará, Beberibe, 2013.
- BASTOS, K. M.; FARIA, J. C. N. M. Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p.1867-1877, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- BESERRA, J. G.; BRITO, C. H. Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para ensino de ciências e biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa – Paraná, v. 5, n. 3, p. 70-88, 2012. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/852/905>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais tem três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n.2, p. 335-337, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v29n2/a15v29n2.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2021.
- COSTA, C. E. S. **Descobrendo os tecidos vegetais microscopia-macroscópica: uma abordagem sensorial de botânica para deficientes visuais**. 2015. 77 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- COSTA, P. R. A. M. *et. al.* Utilização de porcelana fria na confecção de modelo didático para o ensino de anatomia vegetal. In: CONGRESSO NACIONAL DE

EDUCAÇÃO-CONEDU, 3., 2016, Natal-RN. **Anais [...]** Natal-RN: Realize, 2016. P. 1-6.

DANTAS, A. P. J. *et al.* Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO-CONEDU. n. 3, 2016, Natal-RN. **Anais [...]** Natal-RN: Realize, 2016. p. 1-8. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/21223>. Acesso em: 2 mar. 2021

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. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FONSECA, L. R.; RAMOS, P. O Ensino de Botânica na Licenciatura em Ciências Biológicas: uma revisão de literatura. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS-ENPEC, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1127-1.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

FONTES, G. S.; ELIAS, L.; AOYAMA, E. M. Flora nativa no ensino de botânica: proposta de modelo didático de fruto. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.14, n.2, p. 385 – 394, 2019.

FREITAS, D. *et al.* **Uma abordagem interdisciplinar da botânica no ensino médio.** São Paulo: Moderna, 2012.

KINOSHITA, L. S. *et al.* **A botânica no Ensino Básico:** relatos de uma experiência transformadora. São Carlos: RiMa, 2006.

LOPES, S; ROSSO, S. **Bio.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MEIRA, M. S., Guerra, L.; Carpilovsky, C. K.; Ruppenthal, R.; Astarita, K. B.; Schetinger, M. R. C. Intervenção com modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem do desenvolvimento embrionário humano: uma contribuição para a formação de licenciados em ciências biológicas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 301-311, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/15921/pdf>. Acesso em: 06 jul. 2021.

MELO, E. A. *et al.* A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. **Scientia plena**, Aracaju, v. 8, n. 10, p. 1-8, 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/492/575>. Acesso em: 05 fev. 2021.

MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. O. Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 5., 2011, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: UTFPR, 2011. Disponível em: http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/4_TRABALHO_03_MODELOS%20DID%20C3%81TICOS.pdf. Acesso em: 08 fev. 2021.

NASCIMENTO, B. M. *et al.* Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017. Disponível em:

https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_7_ex1120.pdf. Acesso em: 08 fev. 2021.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Revista InFor, Inovação e Formação**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

NÓVOA, A. **A formação de professores e profissão docente**. 1. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1992. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/4758>. Acesso em: 15 fev. 2021.

ORLANDO, T. C. *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista Brasileira de ensino de bioquímica e biologia molecular**, Minas Gerais, n. 1, p. 1-17, 2009. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33>. Acesso em: 05 fev. 2021.

PAULETTI, J. *et al.* Modelo didático tridimensional de epiderme foliar como estratégia para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de botânica. **REnBIO Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, São Paulo, v. 7, n. 7, p. 2731-2738, 2014.

PELLANDA, R. M.; AMARO, E. Modelos didáticos botânicos para a graduação: sim ou não? *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO- EDUCERE, 12., 2015, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: Universidade Católica do Paraná – Campus Curitiba, 2015. p. 13742-13751.

PIERONI, L. G.; ZANCUL, M. C. S. Ensino de botânica: um estudo a partir de dissertações e teses defendidas no Brasil (1982 a 2016). *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA-CIECITEC, 5., 2017, Santo Ângelo – RS. **Anais [...]** Santo Ângelo – RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 2017. P. 1-10.

PREDEBON, F.; PINO, J. C. D. Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre-RS, v. 14, n. 2, p. 237-254, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/357>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RIBEIRO, J. M. M.; CARVALHO, M. A. S. Utilização de modelos didáticos no ensino de botânica e suas implicações no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, Iporá-Goiás, v.6, n.1, p.17-37, 2017.

RODRIGUES, L. R.; OLIVEIRA, J. M. S.; MARIATH, J. E. A. Anatomia vegetal aplicada ao estudo de sistemas androgênicos *in vitro*. **Revista Brasileira de Biociências/ Brazilian Journal of Biosciences**, Porto Alegre, v. 2, n. ¾, p. 159-167, 2004.

SANTOS, B. Y. M.; ALMEIDA, A. V. Utilização de modelo didático no ensino de morfologia floral aplicado ao ensino médio em uma escola pública. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX/UFRPE, 12., 2013, Recife. **Anais** [...] Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0710-1.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2021.

SANTOS, I. C. O.; SILVA, B. I.; ECHALAR, A. D. L. F. **Percepções dos alunos do curso de biologia a respeito de sua formação para e com o conteúdo de botânica**. 2015. 13 f. Disponível em: <http://cepedgoias.com.br/edipe/viedipe/PDF/GT4%20Quimica,%20fisica,%20bio%20e%20Ciencias%20pdf/GT4%20CO04%20-%20SANTOS,%20Isabela%20Cristina%20de%20Oliveira%20dos.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SANTOS, M. L. *et al.* O Ensino de Botânica na Formação Inicial de Professores em Instituições de Ensino Superior Públicas no Estado de Goiás. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS–ENPEC, 10., 2015, Águas de Lindóia, SP. **Anais** [...] Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0797-1.PDF>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS-ENPEC, 7., 2009, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC, 2009. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1751.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, A. A.; FILHA-SILVA, R. T.; FREITAS, S. R. S. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino de anatomia celular. **Biota Amazônia**, Macapá-Amapá, v. 6, n. 3, p.17-21, 2016.

SILVA, M. J.; SAMPAIO, S. M. V.; COFFANI-NUNES, J. V. O que dizem os professores das escolas públicas de maceió sobre o ensino de botânica?. **REnBIO Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**. São Paulo, v. 7, n. 7, p. 5503-5514, 2014.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciandos sobre o “ensino de Botânica na educação básica”. **Revista da SBEnBIO**, São Paulo, n. 3, p. 1603-1612, 2010. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Towataetal2010-%20Bot%C3%A2nica.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru-SP, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000100008&script=sci_arttext. Acesso em: 10 fev. 2021.