

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS  
EDUCACIONAIS EM REDE

Lucas Gonçalves da Cunha

**REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA: UM  
ENFOQUE EM FAMÍLIAS CARACTERÍSTICAS DO BIOMA PAMPA**

Santa Maria, RS  
2023

Lucas Gonçalves da Cunha

**REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA: UM ENFOQUE EM FAMÍLIAS CARACTERÍSTICAS DO BIOMA PAMPA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Becker Nunes

Santa Maria, RS  
2023

CUNHA, LUCAS GONÇALVES DA  
REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA: UM  
ENFOQUE EM FAMÍLIAS CARACTERÍSTICAS DO BIOMA PAMPA /  
LUCAS GONÇALVES DA CUNHA.- 2023.  
156 p.; 30 cm

Orientador: FELIPE BECKER NUNES  
Coorientadora: GILIANE BERNARDI  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em  
Tecnologias Educacionais em Rede, RS, 2023

1. Realidade Aumentada 2. Botânica 3. Ensino de  
Botânica I. NUNES, FELIPE BECKER II. BERNARDI, GILIANE  
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LUCAS GONÇALVES DA CUNHA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

**Lucas Gonçalves da Cunha**

**REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA:  
UM ENFOQUE EM FAMÍLIAS CARACTERÍSTICAS DO BIOMA PAMPA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional do Programa de pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede**.

Aprovada em 28 de novembro de 2023:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Felipe Becker Nunes (Universidade Federal de Santa Maria)

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giliane Bernardi (Universidade Federal de Santa Maria)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fabrício Herpich (Universidade Federal de Santa Catarina)

Santa Maria, RS  
2023

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede  
Universidade Federal de Santa Maria

### **REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA: UM ENFOQUE EM FAMÍLIAS CARACTERÍSTICAS DO BIOMA PAMPA**

AUTOR: Lucas Gonçalves da Cunha  
ORIENTADOR: Felipe Becker Nunes

O presente estudo, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da UFSM, na Linha de Pesquisa Desenvolvimento de Tecnologias Educacionais, elaborou e avaliou um material didático que utiliza a tecnologia de Realidade Aumentada para o ensino de Botânica. Após a realização de uma série de capacitações e minicursos com a temática desta pesquisa, foi possível perceber as complexidades na inserção da tecnologia de RA na sistematização dos conhecimentos, levando à elaboração de um produto para facilitar a mediação dos objetos do conhecimento relacionados à botânica no contexto do bioma Pampa. Como produto educacional, esta pesquisa originou um livreto, um aplicativo para dispositivos móveis, e um site. No material são trabalhadas famílias características do bioma Pampa, Poaceae e Fabaceae, bem como, a família Rutaceae, conhecida pelos educandos com espécies de frutas cotidianas, como a laranja. Foram desenvolvidos 14 modelos tridimensionais e 14 imagens de lupa. Desde o desenvolvimento dos modelos tridimensionais à visualização no produto educacional estão descritas detalhadamente na metodologia e nos resultados. A avaliação do produto educacional foi realizada através da metodologia Painel de Especialistas, que contou com a participação de 8 biólogos doutorandos em Ensino de Ciências e Matemática e uma bióloga Doutora em Botânica, com questionários adaptados para as perspectivas que suprem as questões específicas da botânica e, especialmente, da Realidade Aumentada. Após o Painel de Especialistas, o produto educacional foi remodelado, considerando tanto questões morfológicas botânicas, como relacionadas ao design da parte impressa do produto educacional. Concluiu-se que o produto educacional é de boa qualidade e possui potencial para auxiliar professores da educação básica na sistematização dos conhecimentos e na contribuição com o processo de aprendizagem por parte dos educandos no contexto do ensino de botânica.

## **ABSTRACT**

Master's Project Dissertation  
Post-Graduation Program in Networked Educational Technologies  
Federal University of Santa Maria

### **AUGMENTED REALITY FOR BOTANY TEACHING: AN APPROACH ON FAMILIES CHARACTERISTICS OF THE PAMPA BIOME**

AUTHOR: Lucas Gonçalves da Cunha

ADVISOR: Felipe Becker Nunes

The present study, developed in the Postgraduate Program in Networked Educational Technologies at UFSM, in the Development of Educational Technologies Research Line, developed and evaluated teaching material that uses Augmented Reality technology for teaching Botany. After carrying out a series of training courses and mini-courses with the theme of this research, it was possible to understand the complexities of the insertion of AR technology in the systematization of knowledge, leading to the development of a product to facilitate the mediation of objects of knowledge related to botany in the context of the Pampa biome. As an educational product, this research resulted in a booklet, an application for mobile devices, and a website. The material features families characteristic of the Pampa biome, Poaceae and Fabaceae, as well as the Rutaceae family, known to students as everyday fruit species, such as orange. 14 three-dimensional models and 14 magnifying glass images were developed. From the development of three-dimensional models to visualization in the educational product are described in detail in the methodology and results. The evaluation of the educational product was carried out using the Expert Panel methodology, which included the participation of 8 biologists with a doctorate in Science and Mathematics Education and one biologist with a PhD in Botany, with questionnaires adapted to the perspectives that address the specific questions of botany and, especially, Augmented Reality. After the Panel of Experts, the educational product was remodeled, considering both botanical morphological issues and those related to the design of the printed part of the educational product. It was concluded that the educational product is of good quality and has the potential to assist basic education teachers in systematizing knowledge and contributing to the learning process on the part of students in the context of botany teaching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação entre conteúdos de botânica nos textos dos documentos orientadores curriculares.....	26
Figura 2 - Percepção dos graduandos sobre imagens de ecossistemas.....	32
Figura 3 - Questionamento sobre metodologia para o ensino de botânica.....	36
Figura 4 - Respostas de pesquisa sobre metodologias para o ensino de botânica..	37
Figura 5 - Pergunta sobre sentidos utilizados no ensino de botânica.....	38
Figura 6 - Pergunta sobre a satisfação com as metodologias utilizadas para o ensino de botânica.....	39
Figura 7 - Organização da pesquisa.....	53
Figura 8 - Fluxo de desenvolvimento do produto educacional.....	60
Figura 9 - Início do processo da modelagem tridimensional.....	63
Figura 10 - Referências da espiguetta de <i>Paspalum notatum</i> e modelo tridimensional.....	64
Figura 11 - QR Codes com vídeos de elaboração e correção de modelos tridimensionais para Realidade Aumentada.....	65
Figura 12 - Processo de correção de modelo tridimensional de <i>Paspalum notatum</i> para abordar a polinização.....	66
Figura 13 - Fluxo de correções de modelo didático de flor completa.....	67
Figura 14 - Linha do tempo das intervenções sobre RA.....	72
Figura 15 - 1° intervenção, minicurso “Práticas em Realidade Aumentada: construção colaborativa de conceitos e recursos para o ensino e aprendizagem de botânica... ”	74
Figura 16 - 2° intervenção, minicurso “Práticas em Realidade Aumentada e Virtual para o Ensino e Aprendizagem de Botânica e Ciências”.....	76
Figura 17 - 3° intervenção: participação no quadro “Compartir Talk’s”, do canal de tecnologias educacionais André Turchiello.....	78
Figura 18 - 4° intervenção: minicurso presencial na VI Semana Acadêmica da Biologia do Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi.....	81
Figura 19 - 4° intervenção: minicurso presencial ministrado na disciplina de Biologia II Ensino e Aprendizagem do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana.....	83
Figura 20 - Passo-a-passo para instalação do App Rabioma-Pampa.....	87
Figura 21 - Seleção de menos imagens por alvo.....	89
Figura 22 - Erro e correção de leitura de modelo tridimensional <i>Desmodium incanum</i> .....	90
Figura 23 - Adição de símbolo indicando existência de conteúdos em RA.....	91
Figura 24 - Correção da morfologia dos tricomas do fruto de <i>Desmodium incanum</i> .....	93
Figura 25 - Produto educacional impresso e aplicativo para dispositivo móvel android.....	97
Figura 26 - Inflorescências das Poaceae em foto e lupa de aumento.....	98
Figura 27 - Inflorescências e diásporos das Poaceae em foto e lupa de aumento...	99
Figura 28 - Processamento de alvo no <i>Vuforia Engine</i> .....	100

Figura 29 - Modelos tridimensionais de <i>Paspalum notatum</i> .....	102
Figura 30 - Sequência de elaboração de imagem e modelo tridimensional.....	103
Figura 31 - Abordagem sobre polinização do produto educacional.....	105
Figura 32 - Modelos tridimensionais de uma flor completa.....	106
Figura 33 - Modelos tridimensionais comparando espiguetas de capim-forquilha e flor de laranjeira.....	107
Figura 34 - Modelos tridimensionais relacionando flor e fruto do capim e da laranjeira.....	109
Figura 35 - Modelos tridimensionais de <i>Desmodium incanum</i> .....	111
Figura 36 - QR Code com acesso ao site desenvolvido na pesquisa.....	112
Figura 37 - Páginas de acesso às imagens avulsas no site.....	113
Figura 38 - Alvos para conteúdos com a espécie <i>Paspalum notatum</i> .....	114
Figura 39 - Alvo para conteúdos das plantas das flores em modelos didáticos.....	115
Figura 40 - Alvo para comparação entre as estruturas femininas das flores.....	115
Figura 41 - Alvos para conteúdos sobre a relação flor-fruto e a dispersão.....	116
Figura 42 - Alvos para conteúdos sobre dispersão com a <i>Desmodium incanum</i> .....	117
Figura 43 - Feedback de uma avaliadora do Painel de Especialistas.....	120



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	16
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1 BIOLOGIA E BOTÂNICA NOS DOCUMENTOS ORIENTADORES CURRICULARES	19
2.2 ENSINO DE BOTÂNICA	28
2.2.1 Limitação Botânica	30
2.2.2 O resgate de memórias botânicas em uma turma de professores do ensino superior: uma perspectiva metodológica	35
2.3 REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO	41
2.3.1 Realidade Aumentada para o ensino de ciências e botânica	44
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS	49
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>53</b>
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA	56
3.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL	59
3.3 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS TRIDIMENSIONAIS	61
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	68
3.5 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	69
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>71</b>
4.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS COM RA	71
4.1.1 Capacitações com foco na utilização de recursos pré-existentes	73
4.1.2 Capacitações com foco na remodelação e desenvolvimento de recursos educacionais	80
4.2 O PAINEL DE ESPECIALISTAS	84
4.2.1 Conclusões e Recomendações do Painel de Especialistas	95
<b>5 O PRODUTO EDUCACIONAL</b>	<b>97</b>
5.1 O Produto Educacional na Prática	112
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>118</b>
6.1 LACUNAS E OPORTUNIDADES	121
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO NO PAINEL DE ESPECIALISTAS</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE B - INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO PRÉ E PÓS-TESTE APLICÁVEL AOS EDUCANDOS.</b>	<b>136</b>
<b>APÊNDICE C - O PRODUTO EDUCACIONAL (Link para download)</b>	<b>141</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos da sociedade, sejam teóricos/filosóficos ou relacionados às ferramentas, delimitam importantes cenários no contexto da realização das diferentes atividades humanas. Na perspectiva da evolução tecnológica, as chamadas revoluções industriais 1.0, 2.0 e 3.0 proporcionaram o que hoje é apontado como a Indústria 4.0, influenciando no desenvolvimento intenso das chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), provocando o crescimento exponencial e ditando novas formas de trabalhar nos mais variados setores (HERPICH *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o que caracteriza essa nova fase industrial é a inovação aliada à produtividade e, principalmente, à implementação efetiva da tecnologia no auxílio ao processo produtivo (SILVA; VASCONCELOS; CAMPOS, 2019). Com a educação não é diferente, o debate sobre a introdução das tecnologias no contexto educacional não é novidade, muitas pesquisas, teorias, ensaios e avaliações de práticas são desenvolvidas nesse sentido. Entretanto, a ampla gama de tecnologias e informações disponíveis atualmente, não refletem consequências no todo positivas para a educação, dependendo a aprendizagem mais da metodologia de mediação, do que da própria utilização de um recurso tecnológico (OTTO; BERTOLINI, 2020).

Nas semelhanças entre educação e sociedade, surgiu a chamada Educação 4.0, definida na literatura científica como o momento em que é exigido dos professores e mediadores, conhecimentos e habilidades para adaptar-se às transformações ocasionadas pelos avanços tecnológicos da Indústria 4.0 (OLIVEIRA, 2019). Apesar de a introdução das tecnologias na educação não ser uma discussão tão recente, os constantes avanços e mudanças nas tecnologias são verdadeiros desafios, especialmente aos docentes, constantemente cobrados no que diz respeito à contextualização das metodologias de ensino com o tempo que os educandos vivem.

Entre os motivos que levam ao apontamento das tecnologias como solução para parte dos problemas da educação, está a interatividade proporcionada pelos recursos digitais, que possibilitam a construção de espaços mais atrativos nas escolas, interferindo em uma das maiores problemáticas enfrentadas no ensino, o interesse e motivação dos educandos (REZENDE *et al.*, 2021). Além disso, o

interesse e participação voluntária em práticas pedagógicas mediadas por recursos tecnológicos, permite que os educandos ocupem o espaço de protagonistas na construção do seu próprio conhecimento, diferente da constância e monotonia gerada por práticas engessadas e descontextualizadas baseadas na transferência de conhecimentos, as quais têm o professor como detentor dos conteúdos e os alunos como receptores.

Apesar da ciência da motivação que recursos tecnológicos digitais trazem para o contexto educacional, ao refletir sobre a introdução em sala de aula não é possível fragmentá-la do contexto financeiro, ou seja, do valor que deve ser desembolsado pela escola ou professor para aquisição de recursos tecnológicos digitais. Entretanto, algumas vertentes tecnológicas são apontadas como promissoras por utilizarem ferramentas que já fazem parte do cotidiano dos educandos e professores, entre essas tecnologias está a Realidade Aumentada (RA).

De acordo com Tori (2021), a educação é a área que mais pode se beneficiar da tecnologia da RA, oferecendo aos aprendizes atividades que envolvem, emocionam e despertam curiosidade, transportando os educandos para outras realidades e dimensões. Entretanto, o autor deixa claro que é a metodologia pedagógica a responsável pelo êxito no processo de ensino e aprendizagem e não a ferramenta tecnológica.

Ainda mais importante que a metodologia utilizada na intervenção, é a seleção da mídia adequada para suprir as necessidades do contexto do público-alvo, bem como das características específicas dos conteúdos que se planeja trabalhar (TORI, 2021).

Embora cientes da necessidade de inovação e atualização das práticas pedagógicas, para a garantia de um processo de ensino e aprendizagem contextualizado, as rotinas dos professores da Educação Básica nem sempre permitem a busca de aprimoramento com, por exemplo, cursos dedicados à formação continuada. Especificamente na educação básica, no contexto das ciências biológicas, em que há conteúdos que somente podem ser trabalhados de forma teórica (como seres muito pequenos, suas relações, processos muito rápidos em pequena ou grande escala), o desenvolvimento informacional e técnico auxilia na elaboração de práticas criativas e inovadoras, potencializando os processos de ensino e aprendizagem (OTTO; BERTOLINI, 2020).

Nesse sentido, no contexto da RA, a falta de conhecimento sobre a tecnologia, seus aplicativos e possibilidades educacionais, associados à falta de capacitação dos profissionais para a utilização de tecnologias no processo da sistematização dos conhecimentos, é apontada como o principal fator da subutilização da RA na educação (BILLINGHURST, 2002). Num contexto mais amplo, do ensino em ambientes imersivos, Otto e Bertolini (2020) identificaram alguns fatores que fomentam a deficiência na utilização das tecnologias no ensino de biologia:

A falta de uso da tecnologia dentro do ambiente escolar ocorre devido a diversos fatores culturais e políticos, entre eles principalmente a lacuna geracional e a insuficiência do investimento público na educação básica. Em geral, grande parte dos professores atuantes faz parte da geração analógica e transitaram para a era digital, muitos deles resistindo à mudanças em razão da drástica modificação na dinâmica e na velocidade das aulas, além da necessidade de aprender os sistemas digitais novos (OTTO; BERTOLINI, 2020, p. 4).

Tais fatores influenciam na preferência dos educadores pela manutenção de práticas tradicionais de ensino. Considerando que a ciência e a tecnologia estão alinhadas na busca pela melhora na qualidade de vida do ser humano, o desenvolvimento de dispositivos móveis, como o *smartphone*, pautou-se na melhora da comunicação entre seres humanos, e entre seres humanos e os diversos tipos de conteúdos e informações (OTTO; BERTOLINI, 2020). A utilização da RA por dispositivos móveis, no contexto da sala de aula, objetiva o aprimoramento da comunicação, seja entre os educandos, gerando diálogos e discussões sobre o conteúdo tratado, e principalmente entre os educandos e os objetos do conhecimento.

Na perspectiva do ensino de biologia, mediado pela tecnologia de RA, a melhora da comunicação entre educandos e objetos do conhecimento é percebida na maioria das pesquisas que envolvem o ensino de biologia, onde os pesquisadores apontam ganhos na ilustração e compreensão de conteúdos abstratos (ERBAS; DEMIRER, 2019). Além da motivação, a RA permite ilustrar conteúdos de forma interativa que, utilizando-se de outras mídias, seria mais complexo para que os educandos entendessem espacialmente modelos tridimensionais e processos apresentados bidimensionalmente em recursos impressos em folhas de papel ou em telas digitais (ERBAS; DEMIRER, 2019).

Na área da Biologia, devido aos avanços tecnológicos, os conhecimentos se expandiram com o passar dos anos, fazendo com que os objetos do conhecimento precisassem ser compartimentalizados em subáreas como a anatomia, fisiologia, genética, ecologia, ou ainda conforme os seres de interesse, como a zoologia e a botânica (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021). Em virtude desta expansão, surge a complexidade no sentido de organizar os documentos orientadores curriculares de forma que sejam abordados os conteúdos essenciais para a formação integral dos sujeitos.

A botânica, que já foi considerada a *scientia amabilis*, devido a uma série de fatores neurofisiológicos e culturais intrínsecos aos seres humanos e aos processos de globalização, assume, no contexto moderno, o papel de *scientia neglecta* (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Essa transição contextual pode ser percebida pela relação da sociedade com os conhecimentos sobre botânica. De acordo com Salatino e Buckeridge (2016), até o início do século XX era elegante e demonstração de bom gosto conhecer o mundo da botânica, na história, figuras importantes como Pedro I e Pedro II, Carl Friedrich e Carolus Linnaeus, interessavam-se pelas plantas. Os autores apontam que:

Na atualidade, grande parte das pessoas que passam pelo ensino fundamental e médio vê a botânica de modo diferente. Ela é encarada como matéria escolar árida, entediante e fora do contexto moderno. Se perguntássemos a alguém se o aprendizado de botânica é necessário, a resposta possivelmente seria algo parecido com o título deste texto. (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p.177).

“Mas de que te serve saber botânica?” é o título do trabalho desenvolvido por Salatino e Buckeridge (2016), e está relacionado com a percepção da sociedade sobre a necessidade de conhecermos sobre botânica. A concepção de importância sobre determinado assunto, no contexto da sistematização dos conhecimentos, reflete na elaboração dos textos dos documentos orientadores curriculares, que, especialmente na área da botânica, subestima tal importância ao abordá-la em conjunto com outras subáreas, como a zoologia e ecologia.

No cenário da sistematização dos conhecimentos, o fato de abordar diferentes áreas em um mesmo texto, para o desenvolvimento conjunto de habilidades, não teria tanto problema se não ocorresse, no contexto do ensino das plantas, o fenômeno conhecido como negligência botânica. Tal fenômeno,

concebido por Wandersee e Schussler (2002), relaciona-se com a incapacidade dos seres humanos em perceber a importância das plantas, seja no contexto mais amplo, de equilíbrio ecológico e dependência da vida na Terra, seja no contexto de utilização de subprodutos no cotidiano. Tanto as perspectivas relacionadas aos documentos orientadores curriculares, quanto ao fenômeno comentado, são aprofundadas no referencial teórico desta pesquisa.

Especificamente no contexto do ensino e aprendizagem de botânica, a literatura especializada já aponta um movimento de adequação da sistematização dos conhecimentos botânicos ao contexto do desenvolvimento tecnológico e teórico (PEDRINI; URSI, 2022). Na seção introdutória da obra citada, Marcos S. Buckeridge, aponta o entendimento dos professores da área da botânica às necessidades do que chamou de espírito do tempo. De acordo com o autor:

Para exercer as suas atividades, um professor depende do que o espírito de seu tempo (o *Zeitgeist*) demande no momento em que vai ensinar. Isso porque ensinar é uma arte que muda continuamente conforme a sociedade se adapta aos novos tempos. (PEDRINI; URSI, 2022, p. 11).

A respeito do contexto social e da evolução das TIC's, poucas ferramentas tecnológicas são tão populares quanto os smartphones, sendo a presença desses, constante no cotidiano dos educandos. Essa evolução das TIC's beneficiou tecnologias como a RA, que passaram de um contexto acadêmico, de pesquisa e industrial, para uma popularização, inicialmente voltada às questões cotidianas, como o marketing e o entretenimento, e então podendo ser introduzidas no contexto da sala de aula por meio dos dispositivos móveis (TORI, 2021).

É importante considerar que o ensino de botânica já possui um histórico de relação com a mediação por dispositivos móveis, especialmente com os smartphones, porém, com foco na realização de registros fotográficos, na identificação de espécies de plantas e na elaboração de sequências didáticas para abordagem de conceitos.

Atualmente, graças aos avanços da inteligência artificial, é possível utilizar uma série de aplicativos que identificam as espécies de plantas e, por mais que não sejam indicados para utilização em contextos que necessitam de precisão, como identificação para ingestão ou para pesquisas científicas, tais aplicativos cumprem com os objetivos educacionais para educação básica. Nesse contexto, vale citar o

software de identificação *PlantNet*<sup>1</sup>, que, disponível gratuitamente para smartphones, aparece em pesquisas tanto no ensino fundamental (WERLE *et al.* 2020), quanto em pesquisas no ensino médio (SOUZA, 2019). Já o contexto dos registros, pode ser observado em pesquisas que utilizam o recurso da câmera do celular para, por exemplo, fotografar características de espécies de diferentes grupos de plantas (SILVA; AOYAMA, 2021), ou para fotografar exsicatas para elaboração de um herbário virtual (OLIVERA; FREIXO, 2019).

Esse aumento no número de pesquisas sobre a mediação dos conhecimentos de botânica através de dispositivos móveis chamou a atenção de Pedrini e Ursi (2022), que colocaram na obra “Metodologias para Ensinar Botânica”, um capítulo inteiramente voltado à temática. Visto que, uma das problemáticas do ensino de botânica é a contextualização e o excesso de nomenclaturas, os autores abordam diferentes aplicativos para a superação dessa problemática. Por exemplo, a questão conceitual pode ser dinamizada por aplicativos que criem ambientes mais favoráveis a interação dos educandos, como a criação de mapas mentais (SimpleMindFree<sup>2</sup>), “nuvens de palavras” (Tagxedo<sup>3</sup>), votação na forma de enquetes em tempo real (Sli.do<sup>4</sup>), e também pelo Kahhot!<sup>5</sup>, que permite a elaboração de *quizzes* (PEDRINI; URSI, 2022).

Ao analisar os aplicativos sugeridos pelos autores, percebe-se que todos eles têm um mesmo objetivo, tornar o contato entre alunos e os objetos do conhecimento da área da botânica mais dinâmico e atrativo, perspectiva que não é atingida quando a botânica é trabalhada somente por livros didáticos e apresentação de slides. Ademais, a utilização de dispositivos móveis já tem se mostrado uma alternativa que torna o ensino de botânica mais amigável aos alunos, e especialmente aos professores. De acordo com Vasques, Freitas e Ursi (2021), há uma negligência da botânica nas estruturas curriculares por questões que, muitas vezes, vão além do controle dos mediadores:

Razões para isso são diversas, incluindo pouco acesso a materiais didáticos, pouco conhecimento em botânica por parte dos educadores e também pouca discussão sobre a importância de se incluir de forma mais ativa a botânica nos currículos. (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021, p. 8).

---

<sup>1</sup> [Início - Pl@ntNet \(plantnet.org\)](https://plantnet.org)

<sup>2</sup> [SimpleMind Mapping - Líder mundial em Mapeamento Mental multiplataforma](#)

<sup>3</sup> [Tagxedo - Word Cloud com Estilos](#)

<sup>4</sup> [Slido - Audience Interaction Made Easy](#)

<sup>5</sup> [Inserir PIN do jogo – Kahoot!](#)

Diante deste contexto, esta pesquisa possui como objeto do conhecimento o ensino de botânica mediado por recursos de Realidade Aumentada, com foco no desenvolvimento de um recurso pedagógico para avaliação de questões relacionadas à interatividade, comunicabilidade e capacidade de apoiar a mediação dos conhecimentos de botânica no contexto da zona ecótono em que o município de Santa Maria está inserido.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

No universo do Ensino de Ciências e de Biologia, conforme os Documentos Orientadores Curriculares<sup>6</sup>, inúmeras áreas do conhecimento devem ser trabalhadas ao longo da Educação Básica, objetivando a formação integral do sujeito para o convívio em sociedade. Conforme o Documento Orientador Curricular de Santa Maria:

A educação envolve o desenvolvimento de competências e habilidades que prepare o sujeito para a vida em suas dimensões individuais (cuidado de si) e coletivas (pertencimento de uma sociedade) de forma contínua e na sua integralidade: físico, intelectual, emocional, afetivo, social e cultural... objetivando a construção de um sujeito capaz de interagir e atuar em sociedade com ética, autonomia e responsabilidade. (SANTA MARIA, 2019, p. 14).

A formação integral do sujeito envolve obrigatoriamente a noção sobre meio ambiente e biodiversidade, uma vez que essa é responsável pela manutenção do equilíbrio ecológico e da vida no planeta. Entretanto, ao analisar os documentos orientadores, bem como a literatura científica, percebe-se que existem áreas do conhecimento que são subestimadas, como a área da biologia vegetal.

Parte da problemática vem da amplitude dos conhecimentos relacionados à Biologia, os quais possuem uma vastidão de conteúdos que aumentam e são modificados conforme os avanços tecnológicos. Tal amplitude levou a compartimentalização dos conhecimentos, que tratados de forma fragmentada

---

<sup>6</sup> DOCSM: [view\\_doc.php \(santamaria.rs.gov.br\)](http://view_doc.php(santamaria.rs.gov.br))  
RCG: [1532.pdf \(educacao.rs.gov.br\)](http://1532.pdf(educacao.rs.gov.br))  
BNCC: [Início \(mec.gov.br\)](http://Inicio(mec.gov.br))



levam a predileção de certos conteúdos em detrimentos de outros (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021).

Embora os documentos orientadores sejam um guia para o desenvolvimento das habilidades e competências, podendo os professores abordarem quaisquer temas a partir de seus apontamentos, sendo as subáreas como a botânica e a zoologia, áreas que permeiam temas como meio ambiente, evolução e saúde pública, características intrinsecamente humanas levam a predileção de áreas como a zoologia, por exemplo (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

No Brasil, não conhecer sobre diversidade biológica é não reconhecer a maior riqueza do nosso país, com dimensões continentais, que estão registradas no projeto Flora do Brasil 2022, havendo 50062 espécies, considerando plantas nativas, cultivadas e naturalizadas (REFLORA, 2022). Mesmo cientes da importância e representatividade das plantas no cenário nacional, de acordo com (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021):

Dentre as subáreas da Biologia que se enquadram nesta conversa, a botânica - a subárea responsável pelo estudo da diversidade vegetal - é muitas vezes negligenciada no processo de desenho de currículos em Ciências e Biologia. Razões para isso são diversas, incluindo pouco acesso a materiais didáticos, pouco conhecimento em botânica por parte dos educadores e também pouca discussão sobre a importância de se incluir de forma mais ativa a botânica nos currículos (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021, p.8).

Considerando a educação básica, as metodologias utilizadas para abordar a botânica, fazem com que as pessoas a encarem como uma disciplina árida, entediante e fora do contexto moderno (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Por mais que haja vegetação por todo lado, sendo possível explorar a botânica por meio de abordagens investigativas de plantas reais, o tempo restrito das aulas de biologia na Educação Básica, divididas em curtos períodos, faz com que os educadores não tenham tempo hábil para elaborar e aplicar dinâmicas práticas.

Como fruto desses contextos, ao longo da história dos estudos em ensino de botânica, apareceram robustas teorias que explicam e comprovam que a cultura e questões fisiológicas acarretaram no fenômeno conhecido como cegueira botânica, sendo gradativamente substituído pelo termo negligência botânica.

A busca por metodologias e recursos que coloquem o aluno como protagonista do processo de ensino e aprendizagem levou a investigação dos benefícios de diferentes tecnologias no contexto educacional, sendo a Realidade

Aumentada escolhida, devido às características intrínsecas (interatividade, experimentação, contextualização de conceitos abstratos), como uma potencializadora do engajamento e aprendizagem (KLETTEMBERG; TORI; HUANCA, 2021).

Considerando o exposto acima, o desenvolvimento de um produto educacional para o ensino de botânica com RA, se justifica pela necessidade de oferecer aos professores da educação básica uma ferramenta de uso facilitado, e que não demande uma grande curva de aprendizagem para utilização em sala de aula. Além disso, a utilização dos dispositivos móveis, traz a possibilidade de exploração da botânica de uma forma contextualizada à realidade tecnológica dos educandos, envolvendo e possibilitando a construção ativa do conhecimento sobre botânica, uma vez que é preciso que os alunos explorem e prestem atenção na investigação dos modelos tridimensionais sobrepostos ao mundo real.

Em trabalhos mais recentes, os cientistas afirmam que a utilização da RA na aprendizagem pode ter impacto positivo no desenvolvimento da imaginação espacial, na formação de conceitos abstratos, na transferência de conhecimentos e na aquisição de competências digitais (OLEKSIUK; OLEKSIUK, 2022). Em 2023, além das pesquisas com foco no desenvolvimento e aplicação de recurso com RA por especialistas e pesquisadores, um obstáculo identificado por Romano, Dias e Aedo (2023), é quanto a capacitação dos mediadores do conhecimento para a inserção da RA na sala de aula, considerando especialmente o objetivo da sistematização do conhecimento. Os autores apontam que a falta de capacitações para os docentes ainda é um obstáculo para o êxito da inserção da RA em sala de aula, ponto que visamos superar com as capacitações ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

## 1.2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver, implementar e analisar a utilização de um recurso pedagógico com Realidade Aumentada, elaborado para o ensino e aprendizagem de botânica no contexto escolar da educação básica, especificamente no fundamental II e com espécies representativas do bioma Pampa. Será um Produto Educacional com Realidade Aumentada capaz de auxiliar

no ensino de botânica, especialmente na educação básica, onde a botânica ainda é trabalhada por meio de livros e lousa?

A seguir são apresentados os objetivos específicos da pesquisa:

- Desenvolver um recurso pedagógico, com parte impressa e parte digital;
- Produzir modelos tridimensionais baseados em espécies características do bioma Pampa (Poaceae e Fabaceae) e cotidianas aos educandos (frutíferas);
- Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis com a tecnologia de Realidade Aumentada;
- Analisar as questões relacionadas à usabilidade, interatividade, comunicabilidade e suporte para a mediação dos conteúdos de botânica;
- Remodelar o produto educacional com base nos resultados da avaliação da metodologia painel de especialistas.

### 1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos separados em tópicos que buscam satisfazer as questões interdisciplinares da sistematização dos conhecimentos de botânica por meio da RA.

No capítulo 2 são abordadas as questões teóricas que fundamentam tanto o eixo do ensino de botânica, quanto às questões específicas da RA na educação, nele são encontradas discussões sobre a botânica nos documentos orientadores curriculares, sobre o ensino e a limitação botânica. Ademais, o capítulo traz uma pesquisa realizada no decorrer do mestrado, que resgata a memória de professores sobre metodologias do ensino de botânica e fundamenta o desenvolvimento de formas alternativas de se trabalhar com o ensino das plantas. O capítulo é finalizado com discussões teóricas sobre a RA na educação e também no contexto específico dos objetos do conhecimento da biologia e da botânica.

No capítulo 3 é detalhada a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa. São apresentados o contexto da pesquisa, as metodologias de desenvolvimento do produto educacional, o desenvolvimento dos modelos tridimensionais, considerando especificidades do encontro entre a botânica e a modelagem tridimensional, e os instrumentos de coletas de dados e de avaliação pela metodologia Painel de Especialistas.

No capítulo 4, são apresentados os resultados parciais desta pesquisa, que incluem as perspectivas teóricas fruto das revisões sistemáticas de literatura (que na versão final serão incorporados ao referencial teórico), um tópico sobre transferência de tecnologias educacionais com RA e outro com parte do desenvolvimento do produto educacional.

Já no capítulo 4, são apresentados os resultados da pesquisa, que incluem a transferência de tecnologias educacionais com RA, baseada em uma série de capacitações e minicursos ministrados em diferentes cenários ocupados por mediadores do conhecimento. Também são exploradas questões associadas ao levantamento de dados por meio do Painel de Especialistas, tendo como fruto a remodelagem do produto educacional.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais, abordando aspectos gerais do desenvolvimento da pesquisa e de recursos com RA, pontualidades sobre o encantamento gerado por um recurso com RA e as etapas e possibilidades futuras baseadas no desenvolvimento deste estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentada a literatura científica utilizada como fundamentação teórica para a elaboração desta pesquisa. Inicialmente são abordadas questões relacionadas especificamente às problemáticas que envolvem o ensino de botânica numa perspectiva documental, pedagógica, social e cognitiva e as consequências de um ensino de botânica ineficaz. Na sequência, diferentes perspectivas do ensino de botânica e de ciências biológicas contextualizadas com os avanços teóricos e tecnológicos são elencadas como mediadoras na superação do chamado ensino tradicional/convencional de botânica.

### 2.1 BIOLOGIA E BOTÂNICA NOS DOCUMENTOS ORIENTADORES CURRICULARES

A educação, presente em toda sociedade, é vista como um processo de preparação dos indivíduos para a vida em sociedade. Diferentes perspectivas apontam que a educação exerce duas vertentes na formação humana, ora moldando o homem criticamente, garantindo a sua liberdade, ora omitindo padrões sociais, ambientais e financeiros para a dominação (SEVERINO, 2006).

Na perspectiva das Ciências Biológicas, os conhecimentos sistematizados nas escolas de Educação Básica são fruto de teorias e experimentações que permitiram a cientistas e pesquisadores descobrirem as individualidades e relações entre os seres que compõem o que é chamado de biodiversidade.

Desde os primórdios da humanidade, por mais ignorante que uma tribo ou organização social pudesse ser, a diversidade biológica sempre ocupou a mente humana, sendo este aspecto provado pelo variado vocabulário atribuído às espécies animais e vegetais que existiam nos ambientes ocupados pelas organizações humanas (MAYR, 1998).

Ao analisar a história da relação dos homens com a biodiversidade, fica nítida a preocupação humana em conhecer, reconhecer e classificar os seres vivos. A cerca de 380 a.c, Aristóteles já realizava trabalhos sobre os diferentes tipos de nutrição dos seres vivos, o que resultou na obra “História dos Animais”, mais tarde, Teofrastos, discípulo de Aristóteles, também interessado em classificar a biodiversidade, produziu a obra “A História das Plantas”. A partir disso, a relação

dos homens com a biodiversidade é marcada por aprofundamentos vindos principalmente da curiosidade humana diante da diversidade dos seres vivos, como a 300 a.c, o “transformismo” proposto por Chuang Tsu, a “História Naturalis” de Caius Plinius Secundus em 50 d.c, e, já no século XV com as navegações europeias, patrocinadas por colecionadores e curiosos sobre as diferentes formas de vida, chegando a mais recentes e importantes nomes da classificação dos seres vivos como Carolus Linneus no século XVIII, com objetivos científicos e taxonômicos bem estabelecidos (MOTOKANE; KAWASALI; OLIVEIRA, 2010).

Como efeito, o volume de conhecimentos sobre a biodiversidade vem acumulando no contexto do grande espaço temporal apresentado por Motokane, Kawasali e Oliveira (2010), ficando com os gestores da educação, e professores de educação básica e ciências biológicas, a difícil missão de elencar conteúdos, perspectivas e objetos do conhecimento que considerem mais importantes para a formação integral dos sujeitos.

Certamente, ao abordar a questão da sistematização dos conhecimentos nas escolas de Educação Básica não é possível deixar de fora a análise dos documentos norteadores da educação brasileira. Assim, neste capítulo são analisados documentos que guiam, ou já guiaram, as práticas docentes nas escolas de Educação Básica, como os Parâmetros Nacionais Curriculares (BRASIL, 1998), a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2022), o Referencial Curricular Gaúcho (RIO GRANDE DO SUL, 2018) e o Documento Orientador Curricular de Santa Maria (SANTA MARIA, 2019).

Em primeiro lugar e num aspecto mais amplo, as ciências da natureza propõem o desenvolvimento de habilidades que instiguem a aprendizagem a partir da investigação e a compreensão dos fenômenos e dos processos do mundo natural e tecnológico, passando pelas questões relacionadas aos cuidados com o corpo, com os demais e com a sustentabilidade (SANTOS; SILVA, 2021).

Entretanto, nos apontamentos da literatura científica, por mais que um dos objetivos dos documentos orientadores curriculares, no âmbito das ciências biológicas, seja a compreensão do mundo natural e o compromisso com a sustentabilidade, a sistematização dos conhecimentos relacionados à biologia está num círculo vicioso que privilegia sub-áreas do conhecimento em detrimento de outras. No escopo desta pesquisa, a predileção pela sub-área da zoologia provocou o surgimento do ensino de biologia zoochauvinista, que privilegia os animais, e,

mesmo quando em explicações básicas de conceitos ecológicos e processos da biologia, os quais poderiam ser abordados a partir das plantas e suas relações, segue utilizando exemplos animais (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

A predileção dos animais em detrimento das plantas é muito mais profunda do que um simples apreço por parte dos alunos ou professores. De acordo com Salatino e Buckeridge (2016), um dos pontos que afeta especificamente o ensino de botânica, é a formação de bases pedagógicas insuficientes em botânica, gerando no docente uma dificuldade em lidar com a botânica com metodologias capazes de manter o entusiasmo dos educandos pelo conteúdo. Que fique claro, o objetivo de indicar “especificamente o ensino de botânica” respeita fatores culturais e neurofisiológicos que também contribuem com o zochauvinismo, mas que serão apresentados no capítulo “Limitação Botânica”, sendo este capítulo dedicado à relação do ensino de botânica com a sistematização dos conhecimentos na educação básica a partir do texto dos documentos orientadores.

Nesse contexto, é válido analisar os documentos que guiam e influenciam as tomadas de decisões na seleção de conteúdos e métodos de sistematização dos conhecimentos na educação básica. De acordo com Freitas, Vasques e Ursi (2021), a influência dos documentos orientadores curriculares no ensino de botânica pode ser investigada a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), e de documentos estaduais e municipais específicos. Na obra original, são trabalhados o Currículo do estado de São Paulo e o Currículo do município de São Paulo, para adequar ao escopo desta pesquisa os documentos são substituídos pelo Referencial Curricular Gaúcho (RIO GRANDE DO SUL, 2018) e Documento Orientador Curricular de Santa Maria (SANTA MARIA, 2019).

Apesar de haver documentos mais recentes, a literatura científica aponta que muitas escolas ainda utilizam documentos antigos para basear a elaboração de seus currículos, relatando que o movimento de resistência está associado, além do posicionamento pedagógico, à estranheza de educadores e gestores com as formas de implementação dos documentos mais recentes (FREITAS; VASQUES; URSI, 2021).

Iniciando pelo documento mais amplo, nos PCN's do Ensino Fundamental, as orientações sobre o ensino de botânica são mais específicas, focadas em questões empíricas e particularidades dos seres do grupo da biologia vegetal, característica

que de acordo com Freitas, Vasques e Ursi (2021), é perdida no texto dos documentos mais recentes. Entretanto, no contexto do Rio Grande do Sul e de Santa Maria, diferente de estados como São Paulo, os documentos orientadores curriculares resgatam tal perspectiva de exploração empírica, como será mostrado neste capítulo.

O trato específico e empírico com os objetos do conhecimento da biologia vegetal pode ser percebido através dos seguintes fragmentos do texto dos PCN's na íntegra:

Por exemplo, o conhecimento acerca dos processos de extração e cultivo de plantas em hortas, pomares e lavouras, de criação de animais em granjas, viveiros e pastagens, de extração e transformação industrial... (p.48) procurar informações sobre o comportamento de plantas... no claro e no escuro e ainda relacionar essas informações com a organização diária das atividades pessoais e sociais... (p.65). podem ser examinados os seres vivos no ambiente de jardim, de praça ou de parque; de campo cultivado ou abandonado;... de casas, apartamentos, ruas e rios das cidades; determinados ambientes aquáticos e terrestres; coleções de animais e plantas de diferentes ambientes brasileiros; seres vivos dos polos e dos desertos etc. (p.69) A descrição e comparação de plantas significativas de determinados ambientes estudados também é importante, e oferece um repertório para o reconhecimento da existência de plantas que não têm semente e de outras que não as têm. (p.69). Investigações sobre os hábitos de animais e plantas característicos das estações... (p. 91) (BRASIL, 1998).

Os fragmentos destacados acima, apesar de não envolverem as questões tecnológicas abordadas nesta pesquisa, devido à introdução das tecnologias na educação serem mais recentes do que o momento de elaboração do seu texto, abordam a botânica de perspectivas práticas e utilitárias. Com efeito, tem-se a contextualização da botânica com o cotidiano dos educandos, estando o texto alinhado com recentes obras que buscam a significação dos conhecimentos, como em “Ensino de Ciências por Investigação” (CARVALHO, 2019).

Apesar das atualizações e trocas nas diretrizes do ensino, teoricamente almejem o desenvolvimento integral dos indivíduos, algumas ciências, bem como objetos do conhecimento dentro de cada área, ficam, nos documentos orientadores, reféns do jugo dos responsáveis por elaborar os documentos naquele determinado período. Como o ensino não é uma esfera excluída dos processos sociais, aquilo que acontece na sociedade molda a visão de professores e gestores sobre a relevância de certos conhecimentos em detrimento de outros.

De acordo com Vasques, Freitas e Ursi (2021), na BNCC há uma deficiência em relação aos conteúdos de botânica. O texto do documento, apesar de não trazer



o termo botânica, traz o estudo das plantas junto ao estudo dos animais, primeiramente no segundo ano do ensino fundamental:

(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem.

(EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.

(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos. (BRASIL, 2018).

Os conteúdos de botânica aparecem na Unidade Temática “Vida e Evolução”, junto dos objetos do conhecimento “Seres Vivos no Ambiente e Plantas”. No primeiro momento, agrupar a botânica e a zoologia pode não transmitir as consequências negativas que a fusão dessas subáreas tem na práxis docente, no entanto, as consequências são discutidas nas seções “Ensino de Botânica” e “Limitação Botânica”.

Após o segundo ano do Ensino Fundamental, surge uma brecha no 5º ano, onde a BNCC traz uma habilidade relacionada ao entendimento da importância da cobertura vegetal para a manutenção da ecologia do sistema:

(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico. (BRASIL, 2018).

Relacionando com a habilidade do Referencial Curricular Gaúcho (EF05CI03RS-1), que propõem o entendimento da diferença entre os processos em um solo com e sem cobertura vegetal, esse seria um momento em que experimentações simples em ciências, além de possibilitarem a compreensão sobre o eixo “Matéria e Energia” e os objetos do conhecimento relacionados às “Propriedades físicas dos materiais e do ciclo hidrológico”, abre espaço para o contato com características botânicas próprias do Bioma Pampa. A diversidade vegetal de gramíneas e leguminosas pode ser abordada junto das questões relacionadas à água e ao solo, visto que a família das gramíneas (Poaceae) é a mais representativa do Bioma Pampa, e a mais utilizada nas experiências nesse contexto (EXPERIÊNCIA SOLO - VÍDEO AULA 106 - OFICINA INFANTIL, 2020).

Apesar de muitos autores avaliarem que a botânica está inserida, na BNCC, somente nos segundos e oitavos anos da Educação Básica (FREITAS; VASQUES;

URSI, 2021), o exemplo mostrado acima, da experiência no 5º ano, bem como a habilidade (EF07CI07), elencada para o 7º ano, trazem possibilidades de explorações práticas empíricas que foram sendo perdidas nas transições de diretrizes da educação básica. Segue a habilidade citada para o 7º ano:

(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas. (BRASIL, 2018).

(EF07CI08) Avaliar como impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies...(BRASIL, 2018).

Caracterizar um ecossistema inquestionável passa pela compreensão e conhecimento das características vegetais de determinadas localidades. Considerando o Bioma Pampa, conhecer objetos do conhecimento reais da botânica local, não é tão complexo, visto que espécies nativas campestres, ocupam parte dos ambientes antropizados, como logradouros, jardins e espaços com terra no calçamento urbano, sendo viável observar gramíneas espontâneas no pátio das escolas.

A atividade citada acima, ir ao pátio explorar a vegetação a partir de espécies existentes na escola, tira o ensino de botânica de uma perspectiva tradicional e engessada (PEDRO; MIRANDA; COSTA 2015; SILVA; AOYAMA, 2021), e ajusta a mediação dos objetos do conhecimento de botânica às mais recentes metodologias de ensino de ciências por investigação e metodologias específicas para a área do ensino de botânica (CARVALHO, 2019; PEDRINI; URSI, 2022).

Por fim, a BNCC traz a habilidade (EF08CI07), que incentiva o trabalho com conteúdos que desenvolvam a compreensão dos processos de reprodução e mecanismos adaptativos de evolução. Entretanto, mais uma vez, o texto do documento traz as plantas no mesmo contexto do desenvolvimento de habilidades referentes aos animais.

Considerando somente a habilidade citada (EF08CI07), e as particularidades de um ensino de biologia zoológico, facilmente, mesmo que sem intenção, conduziríamos a mediação dos conhecimentos com preferências voltadas a exemplos com animais. Entretanto, o RCG, que será abordado melhor a seguir, abre espaço para a botânica com habilidades que só podem ser desenvolvidas se explorados objetos do conhecimento da biologia vegetal.

Os documentos específicos do Rio Grande do Sul e do município de Santa Maria, devido às proximidades entre habilidades relacionadas à botânica, serão abordados conjuntamente.

Da mesma forma que a BNCC, o RCG elenca para o segundo ano do Ensino Fundamental, habilidades relacionadas à compreensão das diferentes partes das plantas e suas funções (EF02CI06RS-1). Algumas habilidades no texto do RCG são especialmente sensíveis às questões relacionadas à botânica, como a (EF02CI06RS-2), que aponta a compreensão das funções das partes das plantas a partir do entendimento da relação do órgão vegetal com a sobrevivência da planta.

Conforme comentado acima, relacionando o texto do RCG com a BNCC, no 5º ano é apontada uma habilidade relacionada à cobertura vegetal. Na sequência a botânica aparece inserida novamente no 7º ano, onde são levantadas questões sobre a diferenciação dos ecossistemas brasileiros e a identificação dos ecossistemas locais a partir da exploração da flora local (EF07CI07RS-1; EF07CI07RS-2).

Nesse mesmo contexto, o documento orientador de Santa Maria aponta a habilidade (EF07CI07RS2SM-1) “Reconhecer a região central do RS como uma zona de ecótono entre a Mata Atlântica e o bioma Pampa”, habilidade que pode ser desenvolvida no pátio da escola, bem como em praças e áreas abertas, que possuem características semelhantes às do Bioma Pampa, considerando a famílias mais representativas (Poaceae e Fabaceae).

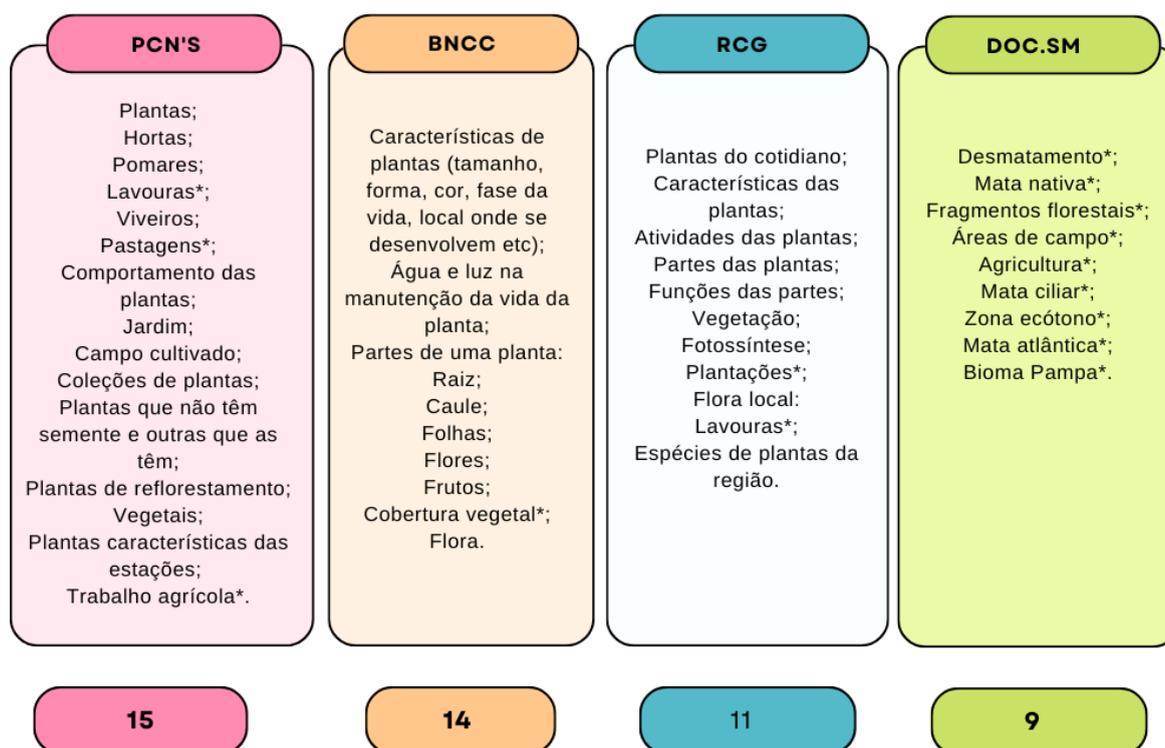
Reconhecer a zona ecótono é reconhecer, tanto as características campestres, quanto às características típicas da mata atlântica, sendo essa demanda suprida quando se considera o desenvolvimento da habilidade seguinte (EF07CI07RS2SM-2) “Ressaltar a importância do Parque Natural Municipal dos Morros (PNMM) e do Morro do Elefante”. Entretanto, considerando os curtos espaços de tempo e pouca verba destinados às aulas de ciências biológicas, desenvolver tais habilidades no ambiente natural é um verdadeiro desafio, ponto-chave que essa pesquisa visa superar por meio da tecnologia de Realidade Aumentada.

Por fim, no 8º ano, o RCG aponta habilidades para serem desenvolvidas a partir da exploração e reconhecimento das espécies de plantas da região (EF08CI07RS-1), relacionando-as com habilidades, da BNCC, de reconhecimento

de diferentes processos reprodutivos das plantas e seus mecanismos adaptativos e evolutivos (EF08CI07).

A figura 1 a seguir apresenta uma relação conceitual das citações de conteúdos relacionados à botânica nos documentos orientadores curriculares. Foram retirados do texto dos documentos fragmentos e palavras que remetem a conteúdos relacionados à botânica.

Figura 1 - Comparação entre conteúdos de botânica nos textos dos documentos orientadores curriculares



\*Palavras relacionadas à botânica mas envolvidas com outros conceitos no texto dos documentos.

Fonte: Próprio autor.

Na figura 1, quando observadas as quantidades de palavras na transição dos PCN's para a BNCC, fica nítida a diminuição de citações de palavras e abordagens conceituais que carregam objetos do conhecimento relacionados à botânica. Tal diminuição poderia nem ser considerada significativa quanto ao número (somente cinco citações a menos). Entretanto, ao observar o cunho conceitual de cada elemento, percebe-se que as palavras saíram de uma esfera aplicada ao cotidiano (hortas, pomares, viveiros, pastagens, coleções de plantas e plantas de

reflorestamento), para uma perspectiva mais superficial (características das plantas, partes de uma planta, água na manutenção da vida da planta).

É importante considerar que, como a BNCC é documento orientador curricular, em um ensino de botânica de qualidade, todas as perspectivas aplicadas apresentadas nos PCN's, poderiam ser abordadas a partir das habilidades elencadas na BNCC. Entretanto, como será abordado nas seções “Ensino de botânica” e “Limitação botânica”, nem sempre as condições de formação dos docentes permitem uma visualização clara das relações dos conteúdos de botânica com questões cotidianas.

Sendo assim, a remoção de palavras que trazem de forma explícita a botânica no cotidiano e a substituição por generalizações como, tamanho, forma, cor, raiz, caule, folhas, pode estar associada com o fomento de uma sistematização em que prevaleçam conteúdos e avaliações em moldes que dificultam a significação dos conteúdos por parte dos alunos.

Ao analisar as citações no RCG e no DOC.SM, percebe-se que os documentos carregam em seu texto a necessidade do desenvolvimento de habilidades relacionadas especificamente à flora local e contextos da realidade onde os educandos estão inseridos. No RCG, por exemplo, em mais de um momento é apontado pelos documentos a necessidade de explorar a flora do cotidiano, em diferentes anos são citadas as “plantas do cotidiano, flora local e espécies de planta da região” que abrem aos professores um leque que possibilita a busca por espécies características da região que a escola está inserida, seja ela bioma Mata atlântica ou Pampa.

Sob o mesmo ponto de vista, o DOC.SM traz pontos específicos e essenciais para a exploração da botânica no contexto do município. O documento inicia os conteúdos de botânica no contexto do desmatamento e da mata nativa, passando por questões relacionadas a fragmentos florestais, contextos mais amplos de agricultura e mata ciliar, chegando às questões especialmente ricas do contexto da biodiversidade de Santa Maria, como a inserção na zona ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Pampa.

Em obras recentes, que abordam o ensino de botânica na educação básica, é descrita uma perda do estudo com viés empírico e de características específicas dos seres da biologia vegetal, conforme a atualização dos documentos orientadores (FREITAS *et al.*, 2021). Em oposição à realidade citada pelos autores, apesar de

mal distribuídos ao longo do Ensino Fundamental, especialmente diante da realidade do novo Ensino Médio, os documentos do Rio Grande do Sul e especialmente o de Santa Maria, resgatam fortemente os conceitos de exploração da botânica a partir do empirismo e da observação da realidade que cerca os educandos.

## 2.2 ENSINO DE BOTÂNICA

Diante da ciência da relação de dependência do equilíbrio ecológico e garantia da qualidade de vida com a manutenção da biodiversidade do reino Plantae, a sistematização dos conhecimentos sobre as plantas é uma poderosa ferramenta, que pode aproximar ou afastar os educandos, futuros cidadãos tomadores de decisões, da construção de valores positivos sobre a flora.

Além dos objetos do conhecimento relacionados às plantas, um leque robusto de assuntos é trabalhado no decorrer da educação básica, dificultando a seleção, priorização ou mesmo organização das sequências de conteúdos ao longo do currículo escolar. Conforme os Documentos Orientadores Curriculares, os conteúdos de botânica devem ser abordados em dois momentos, inicialmente no segundo ano do Ensino Fundamental I e no sétimo ano, já no Fundamental II (BRASIL, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2018; SANTA MARIA, 2019).

Ainda que os mediadores do conhecimento estabeleçam planos de aula e sequências didáticas respeitando os documentos orientadores, questões culturais, afetivas, fisiológicas, e mesmo de equívocos na elaboração dos textos orientadores, influenciam na seleção de metodologias e no *modus operandi* com que os docentes lidam com os objetos do conhecimento da biologia vegetal.

Especialmente no ensino de botânica, rodeado de paradigmas que não condizem com a busca da adequação da educação para uma formação cidadã, a aprendizagem sobre as plantas reflete um olhar crítico sobre temas atuais de grande importância como, por exemplo, perda de biodiversidade, desmatamento, mudanças climáticas, a utilização de agrotóxicos e de organismos geneticamente modificados para alimentação humana (MANN, 2021).

No contexto desses temas emergentes, e, ciente das ações necessárias para a superação dos obstáculos na percepção sobre as plantas, é inaceitável que as tecnologias não sejam utilizadas em prol do aprimoramento do processo de ensino e

aprendizagem relacionado à botânica. Não menos importante, para os documentos orientadores exercerem maiores pressões na prática pedagógica, é necessário que três esferas sejam aprimoradas.

Primeiramente, a elaboração de textos dos documentos orientadores curriculares que tratem as áreas da zoologia e da botânica segundo as peculiaridades de cada objeto do conhecimento. Tratar dos dois conceitos, flora e fauna como unidade única, pode gerar a predileção de um conhecimento em detrimento de outro, estimulando a presença de conceitos como a negligência botânica e o zoolochauvismo (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

No cenário da adequação do ensino de botânica ao contexto e tempo que os educandos vivem, a formação continuada é uma ferramenta que possibilita tanto a aquisição de conhecimentos sobre botânica, reduzindo a insegurança em tratar sobre o tema em sala de aula, quanto a percepção de metodologias práticas de mediação dos conteúdos com, por exemplo, dispositivos móveis (SILVA, 2019). E, por fim, a parceria entre universidades e as escolas. Há educandos, pesquisas, desenvolvimento de conhecimento, relacionados à prática em botânica, mas também ao ensino de botânica, não é justo que essas metodologias e desenvolvimento de saberes não cheguem, e se estabeleçam, na base da sistematização dos conhecimentos.

No Brasil, o ensino de botânica na educação básica continua enraizado nos conteúdos e atividades de livros didáticos, dificultando a percepção da relação dos conteúdos com a realidade dos educandos (ROCHA *et al.*, 2021). A inércia estabelecida nas metodologias utilizadas no sistema brasileiro de educação, tendo o professor como o detentor do conhecimento e os alunos como sujeitos passivos, que estão ali somente para absorver conteúdos, influência na sistematização dos conteúdos de botânica que, mediada de forma tradicional, afasta o sentimento de afetividade e gosto pelo aprender (DINARDI *et al.*, 2021).

No artigo de Silva (2019), a autora faz um apanhado, referenciando diferentes perspectivas do problema que tratamos até aqui:

Dentro da grade curricular da disciplina de biologia, temos o ensino de botânica ainda caracterizado como teórico, desestimulando os alunos e subvalorizado dentro do ensino de Ciências e Biologia (KINOSHITA *et al.*, 2016). Pieroni e Zancul (2017) ressaltam os problemas associados à forma de tratamento de seus conteúdos, com escassez de aulas em ambiente natural e investigativas. (SILVA, 2019).

A caracterização do ensino de botânica como teórico e desestimulante, está associada às técnicas tradicionais de ensino, que, na perspectiva botânica, baseia a mediação dos conhecimentos na memorização de nomes complicados e conceitos abstratos (PEDRO *et al.*, 2015). Sob o mesmo ponto de vista, a avaliação centrada na reprodução desses nomes e conceitos, gera nos educandos a aversão pelo conteúdo relacionado às plantas, que, sem perceber a relação com o mundo a sua volta, não conseguem significar a teoria sistematizada (SILVA; AOYAMA, 2021).

Do ponto de vista da formação cidadã e da dificuldade dos seres humanos em perceberem a importância das plantas, tais metodologias avaliativas da botânica na educação básica, podem ser parte da problemática que leva educandos a decorar nomes e conceitos que serão úteis para a avaliação, porém, brevemente esquecidos. Conforme a Secretaria de Educação Fundamental do Brasil (1998), um ensino e avaliações focadas na memorização ocasionam a aprendizagem momentânea, onde os alunos retêm os conhecimentos por curtos prazos, somente para reprodução em uma avaliação.

Defendido desde 1999, o termo “Cegueira Botânica” apresenta um fenômeno que se relaciona diretamente com o ensino e aprendizagem sobre as plantas, mas, antes de pontuar especificamente o que diz respeito à contribuição da educação no fomento ao fenômeno, é necessário contextualizá-lo e apresentar as faces culturais e fisiológicas que também promovem a “Cegueira Botânica”.

No próximo tópico o conceito de cegueira botânica segue sendo trabalhado, porém, será chamado de “Limitação Botânica”. Conforme a evolução do entendimento de questões relacionadas aos termos e vocabulário, a utilização das palavras “Cegueira Botânica” implica em uma expressão capacitista, que discrimina pessoas com deficiência. Dito isso, inúmeros autores da pesquisa em ensino de botânica tratam sobre a adequação do nome do fenômeno no 1º Simpósio Sobre o Ensino de Botânica na Educação Básica (SEBEB, 2022).

### 2.2.1 Limitação Botânica

Para simplificar o entendimento do que é Limitação Botânica, devemos imaginar um cenário típico do bioma Pampa, gramíneas, arbustos, árvores esparsas, um lobo-guará e uma ema. Se esta foto fosse apresentada a uma pessoa escolhida aleatoriamente, não estando esta relacionada com a área das ciências



biológicas, e a ela fosse perguntado o que se vê na imagem, as respostas estariam possivelmente relacionadas ao lobo-guará e a ema. A probabilidade de que ocorressem menções às gramíneas, arbustos ou árvores seria mínima, apesar de a presença na imagem ser mais abundante.

Essa dinâmica, adaptada de Salatino e Buckeridge (2016), tem por objetivo demonstrar o cerne do conceito de Limitação Botânica que pode ser resumido, de acordo com os autores, como:

a) a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no nosso cotidiano; b) a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas; c) achar que as plantas são seres inferiores aos animais, portanto, imerecedores de atenção equivalente. (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016, p. 178).

Desde 1999, Wandersee e Schussler já debatiam o fenômeno como preocupante diante das necessidades para formação de uma sociedade ética para com o mundo vegetal. Apesar disso, e do desenvolvimento tecnológico e científico, tanto no sentido de ferramentas quanto de teorias sobre ensino e aprendizagem, não fomentam a superação do fenômeno, podendo-se perceber a limitação botânica mesmo nas pesquisas mais recentes sobre ensino de botânica.

Para além das questões culturais e de urbanização, a teoria da Limitação Botânica é estudada no campo da cognição. James Wandersee, botânico e educador de ciências, desenvolve trabalhos sobre como os alunos aprendem, focando desde os anos 2000 em questões relacionadas à percepção e aprendizagem visual (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2002).

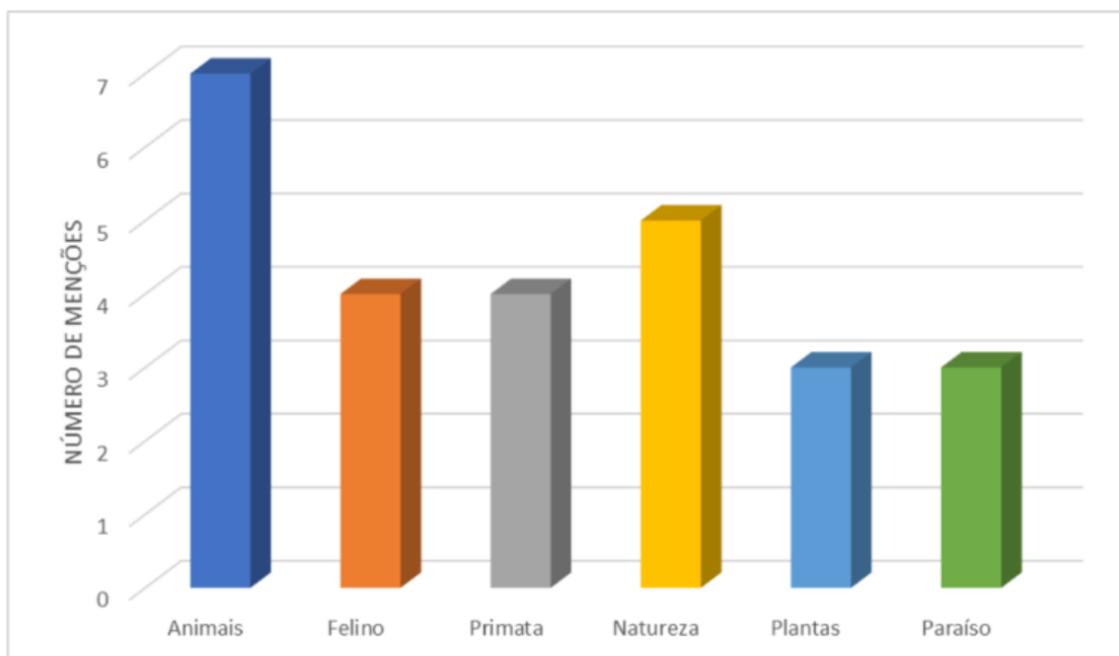
No sentido da cognição, pesquisas anteriores à teoria aqui apresentada, fazem apontamentos sobre a percepção visual que dão base, tanto para a consolidação da perspectiva neurofisiológica da teoria, quanto para a necessidade de aprimorar as metodologias para o ensino e aprendizagem de botânica, no sentido de aumentar a percepção consciente das plantas no cotidiano. De acordo com Salatino e Buckeridge (2016), durante a percepção visual o olho humano gera mais de 10 milhões de bytes de dados por segundo, mas nosso cérebro processa somente 40 bytes de dados por segundo, dos quais somente cerca de 16 bits são totalmente processados, ou seja, 0,0000016 do que a gente enxerga é processado conscientemente pelo nosso cérebro.

Assim sendo, não importa o quanto olhemos, se em nossa bagagem cognitiva não existe a construção de valores relacionados àquilo que observamos, como, por exemplo, uma paisagem, neurofisiologicamente, especialmente no contexto urbano, ignoramos as plantas. Para perceber isso podemos recordar do nosso dia, durante a refeição você considerou alguma questão específica relacionada à botânica?

Como, por exemplo, a diversidade de grãos, sementes, folhas, raízes, tubérculos, ou sobre os móveis, janelas e portas da sua casa, o papel que utilizamos, embalagens, papel higiênico, papel para a escrita e leitura de livros e materiais impressos, a quantidade de carbono na atmosfera, equilibrada pelo sequestro de carbono dos seres do reino vegetal, a entrada de energia no sistema através da fotossíntese. Enfim, diferentes perspectivas diretamente relacionadas com processos totalmente dependentes da botânica e, no que lhe concerne, da garantia da perpetuação dos seres do reino vegetal em uma sociedade cada vez mais afastada daquela que já foi considerada a *Scientia amabilis*.

Nessa perspectiva, a figura 2 mostra as imagens e os resultados de um estudo realizado pelo autor desta dissertação no ano de 2021, com estudantes de graduação escolhidos aleatoriamente na Universidade Federal Santa Maria. Aos estudantes foram apresentadas as três imagens, contendo grande diversidade de vegetação e realizada a seguinte pergunta “O que você vê nas imagens?”. As imagens apresentavam, além da vegetação, uma onça-parda (*Puma concolor*), um primata e a última diversos animais em um ambiente com árvores, arbustos, trepadeiras, bromélias, plantas epífitas, aquáticas e campestres.

Figura 2 - Percepção de graduandos sobre imagens de ecossistemas.



Fonte: (CUNHA; SOUZA, 2021).

As respostas, fruto da pesquisa realizada com estudantes de graduação, ou seja, sujeitos que obrigatoriamente concluíram o nível básico de educação, teoricamente guiado pelo disposto nos documentos orientadores curriculares, ainda refletem uma cultura e ensino com bases zoocentricas. O gráfico apresenta as respostas, bem como a frequência, com que palavras e conceitos foram associados às imagens vistas pelos estudantes.

A resposta que mais apareceu, como esperado, foi "animais", seguido dos conceitos "felino" e "primata". Comparando os conceitos, pode-se perceber que felino e primata são mais aprofundados que a palavra "plantas", mencionada somente três vezes, demonstrando superficialidade e generalização sobre o mundo da botânica (CUNHA; SOUZA, 2021).

Esses resultados, obtidos em um estudo tão recente, ainda refletem os apontamentos de Wandersee e Schussler (2002), quanto a não percepção da dependência animal do reino vegetal, afinal, se a onça, o primata e os outros animais estavam nas imagens, é porque as plantas estavam proporcionando o ambiente ideal para sua sobrevivência, oferecendo abrigo, alimento e condições para reprodução. Embora conscientes da relação de dependência dos animais diante do Reino Plantae, a construção desse conhecimento não é significativa a ponto de sensibilizar os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Quando tratamos sobre os vegetais, especialmente inseridos nos contextos urbanos, o processamento das imagens relacionadas à botânica compete com inúmeras outras áreas de necessária percepção, e outras nem tanto. Como área de necessária percepção temos as atividades que demandam atenção plena, como dirigir, caminhar, correr, trabalhar em frente a um computador, dar aulas, tudo isso demanda "espaço" no processamento cerebral, visto que, dirigir, caminhar e realizar atividades em geral no meio urbano demandam cautela com coisas que oferecem risco, como outros veículos, por exemplo.

Na perspectiva das percepções menos necessárias, mas não menos submetidas ao estresse diário, temos as propagandas, por exemplo. Andar e dirigir no meio urbano é consumir propagandas de diferentes produtos e serviços, das menos chamativas, como os conhecidos *outdoors*, as novas placas com iluminação de *LED*. Dessa forma, sobretudo nas cidades, a percepção sobre o mundo vegetal é refém de momentos em que os seres estão floridos ou com frutos (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

A perspectiva neurofisiológica ganha força quando consideradas características intrínsecas ao reino Plantae, especialmente a flora de médio e grande porte que ocupa o meio urbano. De acordo com Wandersee e Schussler (2002) a homogeneidade cromática, homogeneidade espacial e a sobreposição das folhas dificultam a detecção de bordas e formatos específicos, fazendo com que, no processamento cerebral, as árvores e vegetais façam parte do "plano de fundo":

Se os membros de um conjunto de objetos não forem suficientemente distintos do ambiente, eles se misturam e nada é percebido conscientemente. Não podemos rotulá-los visualmente e eles não “saltam” cromaticamente do fundo. O córtex visual filtra continuamente mais dados que recebe da retina do olho do que retém para análise consciente. Sem a nossa intenção consciente, atenção e esforço para preservá-la, a maioria dos dados visuais recebidos pelo nosso cérebro sobre as plantas será provavelmente descartada (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2002, p.5, tradução nossa).

Nessa lógica, o fenômeno da limitação botânica fica estagnado em um círculo vicioso, se alimentando tanto da perspectiva neurofisiológica, intrínseca aos seres humanos, quanto das questões culturais, relacionadas à globalização, urbanização e ao estilo de vida adotado pela sociedade moderna. Posto isso, a seguir apresento uma perspectiva que retorna aos gatilhos relacionados à metodologia de sistematização dos conhecimentos de botânica na educação básica.

### 2.2.2 O resgate de memórias botânicas em uma turma de professores do ensino superior: uma perspectiva metodológica

Esta seção tem como finalidade apresentar uma atividade desenvolvida junto a uma turma de pós-graduação que objetivou, por questionários, resgatar as memórias sensoriais relacionadas às metodologias de ensino e aprendizagem de botânica. Este estudo foi feito para confirmar e debater pontos tratados neste referencial teórico.

Para isso, foi selecionada uma turma do segundo semestre do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da UFSM (do qual faz parte esta pesquisa), para que, além de alunos, os participantes da atividade fossem pesquisadores e professores envolvidos em estudos sobre educação e com bases teóricas para refletir sobre seu processo de ensino e aprendizagem, bem como, para responderem os questionamentos sobre o uso de metodologias e tecnologias para educação.

As perguntas utilizadas no questionário (fechadas e abertas) foram elaboradas com objetivo de fazer refletir sobre o processo metodológico do ensino de botânica ao qual os participantes foram submetidos durante a educação básica, abordando desde questões mais gerais, como o ambiente onde o ensino da biologia vegetal ocorreu, até questões sobre os sentidos utilizados durante as abordagens.

Participaram da atividade 12 mestrandos, formados nas mais variadas áreas do conhecimento como, direito, computação, pedagogia e letras, português/inglês/espanhol.

O questionário iniciou com o resgate visual de memórias, onde diferentes imagens foram selecionadas e relacionadas com experiências possíveis para o ensino de botânica. A pergunta foi elaborada abordando desde uma perspectiva mais tradicional (sala de aula/ quadro negro ou livro didático), passando pela utilização dos espaços não formais de educação, chegando na utilização de ferramentas tecnológicas, como lupas, microscópios e plantas reais.

A figura 3 apresenta o texto da primeira pergunta e as imagens utilizadas para o estímulo do resgate cognitivo.

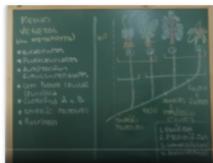
Figura 3 - Questionamento sobre metodologia para o ensino de botânica

Conforme as imagens abaixo, selecione aquela que remete a sua experiência com o ensino de botânica na educação básica.

Espaços não formais.



Sala de aula/quadro negro.



Sala de aula/ livro didático.



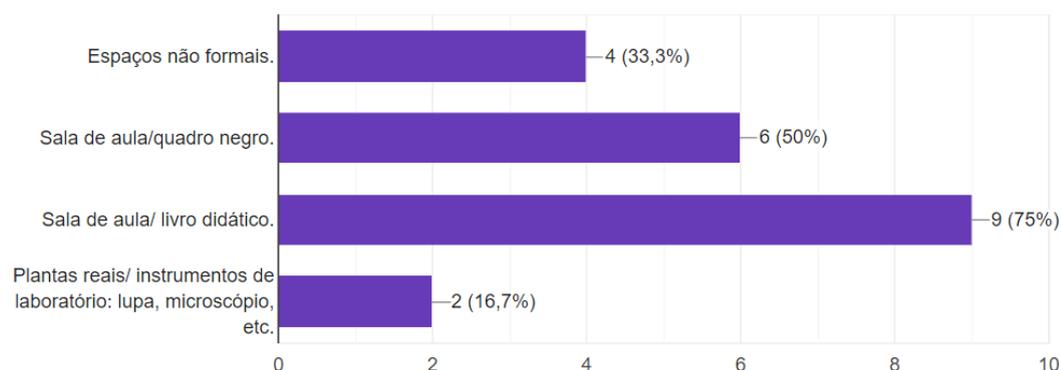
Plantas reais/ instrumentos de laboratório: lupa, microscópio, etc.



Fonte: Próprio autor.

A figura 3 apresenta as metodologias mais tradicionais que podem ser utilizadas para o ensino e aprendizagem de botânica. Para os participantes da pesquisa foram elaboradas respostas que abrangem metodologias que podem ser utilizadas tanto na sistematização do conhecimento em sala de aula, quanto em ambientes menos convencionais, como espaços não formais de educação. A figura 4 apresenta as respostas dos 12 participantes desta pesquisa.

Figura 4 - Respostas de pesquisa sobre metodologias para o ensino de botânica



Fonte: Próprio autor.

Tal como é citada na literatura científica especializada (ESPOLADOR LEITÃO; SILVA; CARMO, 2021), a problemática relacionada ao ensino de botânica aparece logo no primeiro questionamento. Das 21 seleções sobre metodologias utilizadas, 15 resgates atingiram o chamado ensino tradicional de botânica, com a utilização de livro didático e quadro negro em sala de aula.

Considerando o objeto do conhecimento aqui tratado, limitar o estudo da botânica à utilização dessas metodologias, não condiz com as possibilidades de desenvolvimento cognitivo que as plantas oferecem. A situação é mais grave ao considerarmos que o maior número de respostas (nove) selecionaram o livro didático como principal ferramenta utilizada para o ensino desse objeto do conhecimento, sendo o ensino de botânica, nessa configuração, apontado como um dos fatores mais graves na geração de sentimentos negativos dos educandos diante do estudo de botânica (ROCHA, *et al.*, 2021.).

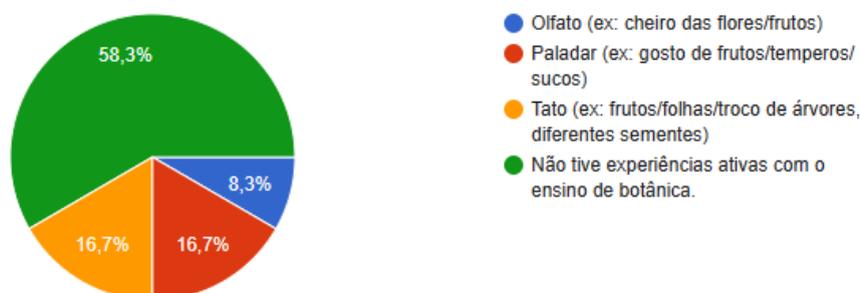
Nessa mesma perspectiva, da criação de valores sobre a botânica para uma aprendizagem significativa, um dos questionamentos voltou-se à utilização de metodologias ativas para o ensino de botânica. Se na época não se tinha noção sobre a importância das metodologias ativas no ensino e aprendizagem de botânica, hoje, diversas obras apontam as metodologias ativas como as principais ferramentas para a superação da Limitação Botânica (VASQUES; FREITAS; URSI 2021; PEDRINI; URSI, 2022).

Nesse sentido, a pergunta apresentada na figura 5, teve como objetivo resgatar questões sensoriais relacionadas às metodologias utilizadas para o ensino da biologia vegetal. Na pergunta foram oferecidas aos participantes respostas fechadas sobre a utilização do olfato, paladar e tato, ou ainda a possibilidade de responder sobre a não utilização dos sentidos.

Figura 5 - Pergunta sobre sentidos utilizados no ensino de botânica

Quanto à significação das experiências com a botânica, selecione nas opções abaixo os sentidos referentes às possíveis experiências com a botânica. Caso não tenha experienciado nenhum dos sentidos selecione a opção correspondente.

12 respostas



Fonte: Próprio autor.

Na questão abordada, que permitia a seleção de mais de um tipo de resposta, é possível observar que cerca de 60% dos participantes relataram não recordar de experiências, nesse sentido, com a botânica, o que já era esperado diante das respostas à pergunta anterior, onde o livro didático e o quadro negro foram apontados como as principais ferramentas de mediação.

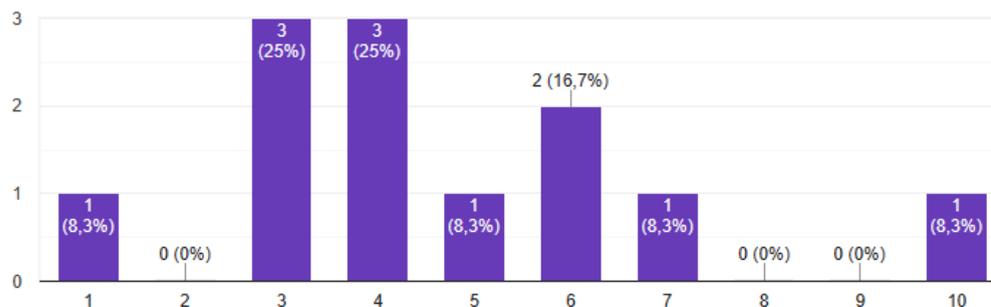
Ainda nessa perspectiva, foi questionado aos participantes o nível de satisfação com as metodologias utilizadas para a mediação dos conhecimentos de botânica. Como já era esperado, conforme a subutilização de metodologias mais ativas e contextualizadas à realidade dos professores, na época educandos, a figura 6 mostra a insatisfação diante das recordações sobre o estudo de botânica.



Figura 6 - Pergunta sobre a satisfação com as metodologias utilizadas para o ensino de botânica

Diante das suas recordações quanto ao ensino de botânica na educação básica, assinale abaixo seu nível de satisfação com as metodologias empregadas no seu tempo de escola.

12 respostas



Fonte: Próprio autor.

Vale destacar que, apesar de 50% dos professores terem atribuído conceito 3 e 4 às suas experiências com o ensino e aprendizagem de botânica, um participante atribuiu conceito 10 (Muito satisfeito) às metodologias às quais foi submetido. Buscando as respostas do participante que atribuiu tal conceito à sua experiência (participante 11), pode ser investigado o histórico do ensino de botânica registrado pelo acadêmico. Conforme o esperado, para esse participante o ensino de botânica saiu do chamado ensino tradicional de botânica, e, logo na primeira pergunta, confirmamos que o ensino de botânica para tal participante aconteceu em espaços não formais de educação, com plantas reais e instrumentos de laboratório como lupa e microscópio.

Indo além, para o participante 11, na pergunta sobre os sentidos utilizados para o trabalho com a botânica, foi respondido que a experiência incluiu a utilização do olfato para a exploração dos cheiros de flores ou frutos. As respostas desse participante podem ser conferidas no questionário de aplicação<sup>7</sup>.

Essa análise mostra a importância da contextualização do ensino de botânica à realidade do educando. Para esse participante, a contextualização e significação aconteceu pela exploração de ambientes fora da sala de aula (ambientes não formais), pela utilização dos instrumentos e de plantas reais, bem como pela

<sup>7</sup> [Ensino de botânica na educação básica. - Formulários Google - participante 11.pdf - Google Drive](#)

utilização de um dos sentidos, tornando a aprendizagem mais dinâmica e fazendo com esse acadêmico, após anos da conclusão da educação básica, perceba o ensino de botânica como satisfatório.

Para concluir essa perspectiva, uma questão aberta foi utilizada para que os acadêmicos pudessem sugerir orientações sobre ensino de botânica, com base na recordação das suas experiências e em seus estudos sobre educação e tecnologias na educação. É importante lembrar que os participantes são estudantes de um curso de pós-graduação em educação na perspectiva tecnológica.

Tendo em consideração a pergunta “Considerando o resgate das suas vivências com a botânica, se você pudesse dar um conselho para os professores da educação básica do futuro qual seria?”. Os principais comentários são apresentados na transcrição a seguir.

“Larguem o quadro”

“Buscar práticas ativas”

“Proporcionar experiências com objetos de estudo reais, folhas, flores, etc. Indicando características usadas para classificação”

“Que as aulas fossem mais atrativas, com mais preocupação com a aprendizagem significativa dos alunos”

“Incluir nas suas práticas educacionais diárias e atividades extras, temas para discutir com a família e os alunos.”

“O estudo da botânica é importante porque as plantas são a principal fonte de vida na Terra.”

Implantar uma disciplina de botânica dentro das escolas, pois o contato com a natureza desenvolve vários aspectos favoráveis à saúde mental e física do ser humano.”

Por fim, foi possível perceber, através das respostas à pergunta aberta, a falta que práticas contextualizadas fizeram para educandos que, atualmente, estudam questões relacionadas à educação. Dentre as orientações mais apontadas estão a importância de trabalhar botânica e a busca por metodologias ativas, que considerem aulas práticas/de campo, deixando de lado o ensino baseado nos livros didáticos e na lousa.

No cenário dos resultados dessa breve pesquisa, foi investigada a possibilidade de aliar a utilização de tecnologias no contexto do ensino de botânica e, principalmente, no contexto das escolas de educação básica, com curtos períodos para práticas de botânica em campo. Percebendo que alguns pesquisadores já haviam utilizado a Realidade Aumentada para trabalhar no contexto das ciências biológicas, e sendo possível a elaboração de um recurso didático que utilize uma ferramenta tecnológica presente na sala de aula, o smartphone, iniciou-se o processo de estudo para conciliar a RA com o ensino de botânica.

### 2.3 REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

É fato que o avanço das tecnologias afeta diretamente as formas como os objetos do conhecimento são trabalhados em sala de aula. Desde os primórdios do desenvolvimento tecnológico, diferentes tipos de mídias e tecnologias foram adaptadas de diferentes contextos para a sala de aula. Dentre tais tecnologias, duas em especial têm avançado de maneira surpreendente, ganhando simplicidade quanto ao seu uso e aumentando suas possibilidades de utilização, elas são a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA).

O rápido crescimento e o aumento na utilização da RV e RA em diferentes contextos se deve principalmente pelo fato da mediação das tecnologias ocorrer com os *smartphones* e dispositivos móveis que os usuários já possuem, reduzindo consideravelmente os custos da compra de novas ferramentas tecnológicas. No contexto escolar, o aumento no poder de processamento e o barateamento de *smartphones* faz com que pesquisadores da área das tecnologias apontem que a área da educação é a que melhor pode se beneficiar dessas tecnologias (TORI; HOUNSELL, 2018).

Entretanto, vale salientar que a subutilização da RA na educação, deve-se à falta de professores qualificados e aptos a lecionar assuntos complexos utilizando os recursos com RA (BILLINGHURST, 2002). Nessa perspectiva, parte dos resultados dessa pesquisa, que se encontra inserida em um mestrado profissional, é, além de oferecer um produto educacional, agir conforme as diretrizes da transferência de tecnologias educacionais por meio da capacitação de estudantes e

profissionais da área das licenciaturas. Parte dos resultados que referem-se a essa questão podem ser conferidos na seção 4.1.

A primeira ferramenta tecnológica a receber o nome de RA, foi concebida em 1992, quando Tom Caudell atribuiu o conceito a uma tela que técnicos eletricitas utilizaram, que mesclava gráficos virtuais com a realidade física, aumentando a eficiência do trabalho, sendo a adição de imagens sintéticas e virtuais sobre o mundo real o princípio da tecnologia (YEE; ABÁSOLO, 2011).

Assim ficou registrado o ponto-chave que diferencia a RV da RA, e, por mais que tenha diversas variações e diferentes dispositivos de visualização, para ser considerada RA, segundo Tori e Hounsell (2020), a tecnologia:

Combina objetos reais e virtuais no ambiente real; executa interatividade em tempo real; alinha objetos reais e virtuais entre si; aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato, força e cheiro. (TORI; HOUNSELL, 2020, p. 37).

Ou seja, o principal objetivo da RA é enriquecer o ambiente real com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e virtuais, sem perder em nenhum momento características visuais do ambiente onde o usuário se encontra (TORI; HOUNSELL 2020; YEE; ABÁSOLO 2011). Dentre as possibilidades de RA, e, pensando na elaboração de um recurso híbrido para a educação, impresso em papel e com modelos de RA tridimensionais, selecionou-se a RA baseada em marcadores, que utilizam imagens como códigos de barras de acionamento para a ignição e posicionamento de modelos tridimensionais sobre o ambiente real.

Indo além do uso das tecnologias na educação, Tori e Hounsell (2020), defendem que a utilização da tecnologia de RA consegue envolver, emocionar, despertar a curiosidade e transportar os usuários e educandos para outras realidades. Especialmente através da RA, é possível trazer conceitos abstratos para a realidade do educando, sobrepondo informações de maneira lúdica e instigando a curiosidade (TORI; HOUNSELL, 2020).

Vale salientar que a RA, assim como quaisquer outras mídias, possui características específicas que podem atender, ou não, às demandas intrínsecas de determinadas áreas do conhecimento ou objetos do conhecimento, sendo “a metodologia pedagógica, e não a mídia, a responsável pela eficácia da aprendizagem” (TORI; HOUNSELL, 2020, p.622).

Nesse sentido, Herpich *et al.* (2022) avaliaram a atividade cerebral no uso de recursos educacionais em RA, onde o principal objetivo foi verificar a atenção do educando no processo de aprendizagem com o recurso tecnológico. Na pesquisa, que comparou a atenção entre o processo de estudo com material texto disponível em Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEAE) e o mesmo conteúdo trabalhado a partir de um aplicativo com RA, concluiu-se que:

...a ocorrência de um elevado nível de concentração dos participantes no manuseio do aplicativo de realidade aumentada... foi possível evidenciar a maneira mais contundente que os recursos educacionais em realidade aumentada promovem uma diferença considerável dos participantes na atenção focada... Além dos participantes apresentarem um elevado nível de atenção, também foi possível verificar maior envolvimento quando os participantes interagiram com o aplicativo de realidade aumentada (HERPICH *et al.*, 2018, p. 1858).

Essa perspectiva, que moderniza a mediação dos conhecimentos, saindo do ensino mais tradicional e trabalhando os mesmos conteúdos de forma diferenciada, tira o aluno do papel de receptor do conteúdo e o coloca como protagonista na construção do seu conhecimento (HERPICH *et al.* 2020).

Especialmente nas escolas de educação básica, onde o acesso a determinados tipos de recurso é limitado, a RA surge como uma possibilidade de levar aos educandos a experimentação de vivências laboratoriais, exploração de objetos de alto custo, difícil acesso ou raros, e isso de maneira interativa e segura (KLETTEMBERG; TORI; HUANCA, 2021).

Mas também, ao considerar a introdução de uma nova tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, deve ser observada a existência de teorias e bibliografias que fomentam a mediação de conteúdos por dispositivos móveis. No contexto dos avanços tecnológicos e das possibilidades de trabalho em sala de aula, a RA móvel surge como uma possibilidade de aprimorar o que conhecemos por aprendizagem móvel (*Mobile Learning*), o qual é a utilização de dispositivos móveis para obter vantagens no processo de ensino e aprendizagem (ZORZAL; JORGE; COSTA, 2018).

Com o evoluir da compreensão das possibilidades de inserção da RA na educação, diferentes perspectivas têm surgido no sentido de como avaliar as mediações de objetos do conhecimento por meio de recursos com RA. É comum encontrar na literatura científica, estudos que trabalham a avaliação nas

perspectivas da aprendizagem e na esfera tecnológica, utilizando, entretanto, métodos avaliativos desenvolvidos para tecnologias em geral, como *Diffusion of Innovation* (DOI) (NUANMEESRI, 2018) e *System Usability Scale* (SUS) (SAVITRI; ARIS; SUPIANTO, 2019), bem como para avaliação da aprendizagem em contextos mais amplos e com metodologias qualitativas específicas (GARZÓN; MAGRINI; GALEMBECK, 2017; CELIK; GUVEN; CAKIR, 2020).

O desenvolvimento de métodos específicos para a avaliação da inserção de recursos com RA na educação facilita a avaliação do êxito da intervenção por profissionais da educação, mediadores e pesquisadores. Atualmente, a literatura nacional conta com metodologias avaliativas específicas para RA na educação, com avaliações complexas que abordam tanto a questão relacionada à aprendizagem como a perspectiva tecnológica, que engloba questões de aceitação da tecnologia, facilidade de uso, atenção focada e outros parâmetros específicos do contexto tecnológico da ferramenta (HERPICH, *et al.* 2019).

Dessa forma, após a seleção da tecnologia é necessário o entendimento da conexão que pode ser feita entre os objetos do conhecimento da área das ciências biológicas e a tecnologia de RA, sendo possível verificar, na literatura científica, o histórico da mediação das ciências biológicas com a tecnologia estudada nesta pesquisa.

### 2.3.1 Realidade Aumentada para o ensino de ciências e botânica

O ensino de ciências biológicas, historicamente, acumulou conhecimentos das mais variadas formas, e, dentre as diversas áreas do conhecimento sistematizadas na educação básica, é aquela que constantemente sofre alterações devido às novas descobertas sobre os organismos vivos e suas relações. Quando aliado a abordagens de ensino e avaliação exclusivamente tradicionais e engessadas, torna-se um fator-chave no fomento de atitudes negativas dos educandos diante das Ciências Biológicas (WANG, *et al.*, 2019).

Tal atitude negativa deve-se principalmente ao fato de os educandos não perceberem a relação dos conhecimentos excessivamente teóricos com a realidade que vivem. Assim, torna-se complexa a percepção de contextualização de conteúdos trabalhados exclusivamente em livros didáticos e quadro-negro com o

cotidiano, gerando nos educandos uma sensação de fracasso diante do conteúdo da Biologia (CELIK; GUVEN; CAKIR, 2020).

Nesse sentido, a inserção das TIC's na educação, é tida como uma importante ferramenta, que possibilita a elaboração de recursos educacionais e sequências didáticas capazes de contextualizar a sala de aula ao tempo que os educandos vivem. O objetivo da introdução da tecnologia de RA no processo de ensino e aprendizagem, é a transição de um ensino, baseado na transferência de conhecimento e avaliação baseada na retenção dessas informações, para uma prática que oportunize a significação dos objetos do conhecimento (CARVALHO; IVANOFF, 2014).

Na perspectiva das TIC's na área das ciências biológicas, a RA oportuniza o redesenho do processo de ensino, tendo como base sua dinâmica de enriquecimento do ambiente real, facilitando a visualização de objetos, por modelos tridimensionais, de conceitos abstratos e de processos em escalas muito grandes ou muito pequenas (GARZÓN; MAGRINI; GALEMBECK, 2017; ERBAS; DEMIRER; 2019; WANG *et al.*, 2022). Aliado ao contexto pedagógico, as possibilidades metodológicas da mediação de conhecimentos biológicos com a RA, deve ser sempre pautada em sequências didáticas com objetivos claros relacionados à aprendizagem dos conteúdos. Caso contrário, as práticas utilizando dispositivos móveis para exploração dos conteúdos podem ficar restritas à perspectiva do entretenimento.

Dessa forma, é essencial que os mediadores selecionem aportes teóricos que deem suporte para um processo de ensino e aprendizagem com resultados exitosos, podendo os mediadores selecionarem bases teóricas como Aprendizagem Significativa de Ausubel, Aprendizagem Colaborativa, Alfabetização Visual e a Aprendizagem por Investigação, que já são percebidas na literatura científica para a mediação com recursos em RA (NUANMEESRI, 2018; NOBNOP; THONGPAENG; CHAIUT, 2020; SAVITRI; ARIS; SUPIANTO, 2019).

Na área do ensino de Biologia, a utilização da RA para a mediação dos conteúdos influencia no aumento do interesse dos alunos pela exploração dos objetos do conhecimento:

todo o processo representou uma novidade para os estudantes, desde a solicitação para que baixassem o *Software* necessário para a utilização da camiseta feita dias antes da aula, sem que

soubessem previamente o que aconteceria. (QUINQUIOLO; SANTOS; SOUZA, 2020, p. 337).

Na pesquisa abordada acima, os autores utilizam camisetas para a visualização de conteúdos de Ciências Biológicas em RA, e apontam que o impacto da utilização da tecnologia foi além do momento da sistematização do conhecimento em sala de aula. É citado pelos autores que dias antes da utilização do aplicativo com RA, os educandos perguntavam para que haviam baixado um *software* em seus dispositivos e como iriam utilizar (QUINQUIOLO; SANTOS; SOUZA, 2021).

No contexto das experimentações em Ciências Biológicas, a RA é apontada como um catalisador para a execução de experiências que poderiam levar dias ou semanas, além de reduzir o trabalho de profissionais técnicos relacionados à área da educação. Por exemplo, a observação de crescimento de colônias de bactérias é realizada em diversos cursos de ensino superior, entretanto, devido ao custo relacionado ao material e ao tempo de crescimento de diferentes bactérias, geralmente os alunos experienciam somente uma vez o processo. Com o aplicativo desenvolvido com RA, os educandos puderam observar o crescimento em minutos, além de testar a alteração de diferentes parâmetros e suas consequências no crescimento bacteriano (WILDAN *et al.*, 2020).

Contextualizando ao ensino de botânica, processos de difícil compreensão poderiam ser trabalhados com aplicativos de RA na educação básica, como a fotossíntese, polinização, frutificação e a relação das plantas com os seres vivos. Tais conteúdos já são trabalhados na educação básica, mas na maior parte das vezes, como explorado nesse referencial teórico, de forma engessada por meio de livros didáticos e tendo o professor como detentor do conhecimento (DINARDI *et al.*, 2021).

Na perspectiva da sistematização dos conhecimentos em sala de aula, pesquisas envolvendo conteúdos de biologia, como o sistema circulatório humano, obtiveram importantes resultados relacionados a ganhos na aprendizagem de memória de longo prazo (GNIDOVEC *et al.*, 2022). Relacionando com os conteúdos de botânica, a pesquisa descrita nesse parágrafo abordou o ensino e a avaliação de partes do coração, com apontamentos para o nome e função de cada parte do órgão, e os alunos, mesmos no teste a longo prazo, conseguiram nomear suas partes e funções, existindo a possibilidade de êxito semelhante com a sistematização sobre as partes e funções das partes das plantas.



Do mesmo ponto de vista, pode ser realizada uma remodelação dos materiais didáticos utilizados nas aulas de biologia. Especialmente nos livros didáticos de ciências biológicas, processos abstratos são explicados a partir de imagens e figuras representadas sobre a superfície plana da folha de papel, dificultando a percepção de questões tridimensionais mais complexas.

Nesse sentido, Wang *et al.* (2019), apontam que a RA, dentre as diversas TIC's disponíveis, é aquela com maior potencial de remodelação de um recurso já disponível em sala de aula e muito aceito e utilizado por professores e alunos, os livros didáticos. Apesar de o estudo de biologia, e especialmente botânica, ser apontado como desestimulante quando mediado somente pelo livro didático, a RA pode facilmente adicionar modelos tridimensionais e vídeos diretamente sobre as imagens já existentes nos livros utilizados, ou seja, os professores ocupam um recurso que já estão habituados, porém, tornando o processo mais atrativo e interativo para os educandos (WANG *et al.*, 2019).

Retornando à questão das bases teóricas para a utilização da RA para o ensino, a inclusão de vídeos e modelos nos livros didáticos respeita premissas da Teoria da Aprendizagem Multimídia, que explica os benefícios da utilização de vídeos, imagens e modelos tridimensionais associados aos textos dos livros didáticos (SANTOS *et al.*, 2014). Indo além, a adição de recursos com RA em livros didáticos faz com que os educandos utilizem movimentos com as mãos para a busca de informações adicionais nas páginas impressas, fazendo-se necessário que utilizem habilidades psicomotoras e cognitivas adicionais para o estudo do mesmo conteúdo (WU *et al.*, 2013).

Ainda na perspectiva dos múltiplos sentidos utilizados ao explorar conteúdos em RA, ao utilizar um *smartphone* para mediar conhecimentos, ocorre a chamada estimulação somatossensorial (CHANG; SHIANG, 2018). Esse tipo de estímulo, apesar de recentemente relatado na literatura científica para a RA, é apontado como um diferencial da utilização de, por exemplo, RV e ambientes totalmente virtuais, onde os educandos utilizam mouse e teclado para a interação com os objetos, e, na RA os alunos se movem, movem as mãos e os aparelhos móveis no ambiente real, em torno de objetos tridimensionais ou dos marcadores impressos (CHANG; SHIANG, 2018).

Por outro lado, falar sobre a inserção das tecnologias na educação, e, principalmente, nos objetivos educacionais do ensino e da aprendizagem, não há

como deixar de fora os confrontos em resultados relacionados aos ganhos na qualidade do ensino. Na perspectiva da educação tecnológica, são discutidos ganhos em duas esferas, a do desempenho acadêmico/aprendizagem e a relacionada à motivação dos educandos. Não sendo parâmetros necessariamente proporcionais os ganhos em motivação e os ganhos no desempenho escolar/acadêmico.

Na pesquisa de Erbas e Demirer (2019), foram investigadas as esferas de ganhos acadêmicos e de motivação especificamente na área das Ciências Biológicas. Desde o levantamento de dados, os autores já realizam apontamentos de confrontos na literatura científica sobre os resultados de ganhos positivos em motivação, porém, indiferentes ao aumento no desempenho acadêmico. Em Ciências Biológicas, são citadas duas pesquisas que apontam não haver ganhos acadêmicos na utilização da RA para o ensino de Biologia, quando comparado a metodologias mais tradicionais de mediação (ERBAS; DEMIRER, 2019).

Em contraste, o mesmo estudo de Erbas e Demirer (2019), obteve resultados positivos quanto aos ganhos na perspectiva da motivação dos educandos. Os autores, que utilizaram grupos experimentais e de controle, sendo que o grupo de controle estudou os mesmos conteúdos através de livros didáticos, e o grupo experimental estudou com recursos de RA, deixam claro que o baixo desempenho pode estar associado a falta de uma sequência didática bem definida (ERBAS; DEMIRER, 2019).

Tal limitação no desempenho acadêmico pode ser fruto do foco inadequado durante a mediação do conhecimento. Na pesquisa citada nos parágrafos anteriores, é relatado que “Por outro lado, esta situação pode ter sido causada pelo foco na tecnologia e não no conteúdo.” (ERBAS; DEMIRER, 2019, tradução nossa). Ou seja, a mediação com RA deve ser cautelosa e fluida, de modo que o foco dos estudantes na exploração dos objetos do conhecimento supere o foco na utilização da ferramenta tecnológica. Parte dessa questão pode ser resolvida pelo direcionamento na investigação, ou seja, questionar os educandos sobre coisas que exigem uma observação mais cuidadosa dos conteúdos e modelos tridimensionais apresentados em RA, fazendo com que a atenção focada saia do dispositivo móvel em suas mãos e vá para os objetos sobrepostos à realidade no ambiente “dentro da tela” do dispositivo móvel.

Dessa forma, a metodologia da pesquisa foi elaborada para atender todos os obstáculos e demandas exploradas nesse referencial teórico, sejam os pontos positivos relacionados ao uso da RA, sejam os pontos negativos relacionados principalmente à botânica.

## 2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção do capítulo, são abordadas pesquisas com metodologias, objetivos e objetos do conhecimento semelhantes aos desta dissertação. Para isto, foi realizada uma busca aleatória utilizando as palavras “Realidade Aumentada” e “Botânica” e selecionados artigos completos publicados em periódicos.

Para uma análise coerente com os objetivos e o público-alvo selecionados para a elaboração e aplicação do nosso produto educacional, a primeira pesquisa analisada trata sobre o desenvolvimento de um recurso com RA para a aprendizagem significativa sobre o processo de frutificação (OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUEZ 2013). No estudo, além de abordar o tema frutificação, que tangencia os estudos de botânica, o recurso foi desenvolvido para ser aplicado no contexto de uma turma de sétima série do ensino fundamental, bem como o público-alvo da aplicação desta pesquisa.

Na pesquisa de Oliveira, Macias e Rodriguez (2013), o principal objetivo foi verificar se a utilização de modelos de RA colabora para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa sobre os processos da frutificação. O escopo da pesquisa foi definido como qualitativo, baseado na pesquisa-ação e, assim como em nosso estudo, parte do desenvolvimento baseia-se na verificação dos conhecimentos prévios dos educandos sobre os conteúdos de botânica. Conforme as perguntas abertas realizadas pelos autores Oliveira, Macias e Rodrigues (2013):

Concluiu-se que era necessário realizar um trabalho de desenvolvimento de organizadores prévios, pois em sua maioria os alunos não possuíam os seguintes subsunçores: A planta (como ser vivo), fotossíntese, reprodução sexuada, reprodução assexuada, polinização e relação flor-fruto. (OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUEZ, 2013, p. 6-7).

Nesse contexto, os autores avaliaram, por meio da elaboração de mapas mentais, a compreensão das seguintes questões: Anatomia floral; alterações florais

após a polinização e fecundação; e a relação entre a flor e o surgimento do fruto. Entre os resultados mais significativos, são apontadas a citação de diferentes partes das plantas e a correta relação entre elas, realizadas pelos participantes da pesquisa nos mapas mentais elaborados após a aplicação do recurso com RA. Sob o mesmo ponto de vista, a análise qualitativa permitiu observar que os alunos incorporaram o entendimento da anatomia floral, bem como o enriquecimento do vocabulário relacionado à botânica (OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUEZ 2013).

Especificamente sobre a RA, é apontado que a tecnologia influenciou na motivação dos educandos, todavia, apesar da riqueza gráfica do recurso, que apresenta a transformação da flor em fruto, nem todos os alunos apresentaram tal relação na hora da elaboração dos mapas mentais (OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUEZ, 2013). Nesta perspectiva avaliativa, o foco dos instrumentos de avaliação e análise permaneceram no contexto da aprendizagem sem apresentar uma avaliação focada na questão da utilização da RA.

Saindo da perspectiva do ensino fundamental, na pesquisa de Wilujeng; Chamidah e Wahyuningtyas (2019), um material de aprendizagem multimídia foi desenvolvido para ensinar sobre a morfologia vegetal da flor de *Wijaya kusuma* para estudantes universitários. Diferente da perspectiva apresentada na pesquisa anterior, nesta, a tecnologia de RA foi utilizada para proporcionar aos educandos a compressão da estrutura da morfologia vegetal, especialmente da flor de uma espécie de interesse local (WILUJENG; CHAMIDAH; WAHYUNINGTYAS, 2019).

Quanto à metodologia, Wilujeng; Chamidah e Wahyuningtyas (2019), adotaram um fluxo que seguiu a análise, design, desenvolvimento e o teste do recurso que apresentou um modelo tridimensional de uma flor da espécie *Wijaya kusuma*. É importante salientar que, na fase de análise, os pesquisadores tiveram como principal objetivo, levantar as metas relacionadas à aprendizagem, para então avançar nas etapas de elaboração do modelo tridimensional. O principal ponto que difere tal pesquisa da apresentada nesta dissertação é a utilização de computadores de mesa para a visualização dos modelos em RA (WILUJENG; CHAMIDAH ; WAHYUNINGTYAS, 2019).

Entre os resultados mais significativos, os autores apontam o êxito na confecção de um modelo tridimensional fiel às características morfológicas da flor da espécie estudada. Como pontos semelhantes da pesquisa desenvolvida nesta dissertação, os autores utilizaram o mesmo conjunto de aplicações para o

desenvolvimento da unidade digital do projeto, manipulando o modelo tridimensional na plataforma de desenvolvimento de jogos *Unity* 3D com auxílio do kit de desenvolvimento de RA *Vuforia Engine* (WILUJENG; CHAMIDAH; WAHYUNINGTYAS, 2019).

Similarmente, Qamari e Ridwan (2017), desenvolveram um modelo tridimensional para a aprendizagem e o ensino de plantas dicotiledôneas visando a verificação da contribuição da RA no nível de interesse dos educandos pelo objeto do conhecimento. Apesar de os autores terem elaborado um modelo tridimensional, não foi desenvolvido uma aplicação específica para a visualização do modelo em RA, utilizando-se para tal finalidade um aplicativo previamente existente denominado *Augment*, que diferente dos exemplos anteriores, foi executado em dispositivos móveis (QAMARI; RIDWAN, 2017).

Como metodologia de levantamento de dados, os autores utilizaram questionários pós-teste com a escala de Likert de 4 pontos, aplicados imediatamente após a utilização do recurso com RA (QAMARI; RIDWAN, 2017). Como principais resultados, a pesquisa registrou que 84,4% dos alunos tiveram muito interesse em utilizar um recurso com RA e 95,8% afirmaram que materiais didáticos com RA facilitam a compreensão de conteúdos de biologia, concluindo que a RA foi fortemente aceita entre os educandos da pesquisa (QAMARI; RIDWAN, 2017).

No contexto dos trabalhos apresentados, a presente pesquisa diferencia-se principalmente na perspectiva da avaliação tecnológica, com a utilização de literatura desenvolvida para o planejamento de intervenções e, principalmente, para avaliação das intervenções com RA. Nas pesquisas apresentadas a avaliação centrou-se especialmente no aspecto relacionado à aprendizagem. Apesar de, na pesquisa de Qamari e Ridwan (2017) a esfera da avaliação tecnológica ter sido abordada, a literatura utilizada como base não apresenta questões relacionadas à avaliação específica de intervenções com recursos com RA. Assim, a avaliação do uso da tecnologia fica restrita à questões superficiais como em perguntas diretas e fechadas sobre o interesse dos educandos, a facilidade e a praticidade no uso de recursos com RA (QAMARI; RIDWAN, 2017).

Como ponto de superação das pesquisas citadas, em Qamari e Ridwan (2017), a principal limitação diz respeito à necessidade constante de conexão do aplicativo utilizado com uma rede de dados com conexão estável, ponto que dificulta

a execução sem problemas técnicos na maior parte dos dispositivos, mesmo aqueles com maior poder de processamento. No aplicativo desenvolvido nesta dissertação, foram utilizados *vuforia* e *unity*, motores de criação que permitem a realização do download do banco de dados e a utilização da aplicação no momento da aula mesmo sem ter conexão com redes móveis.

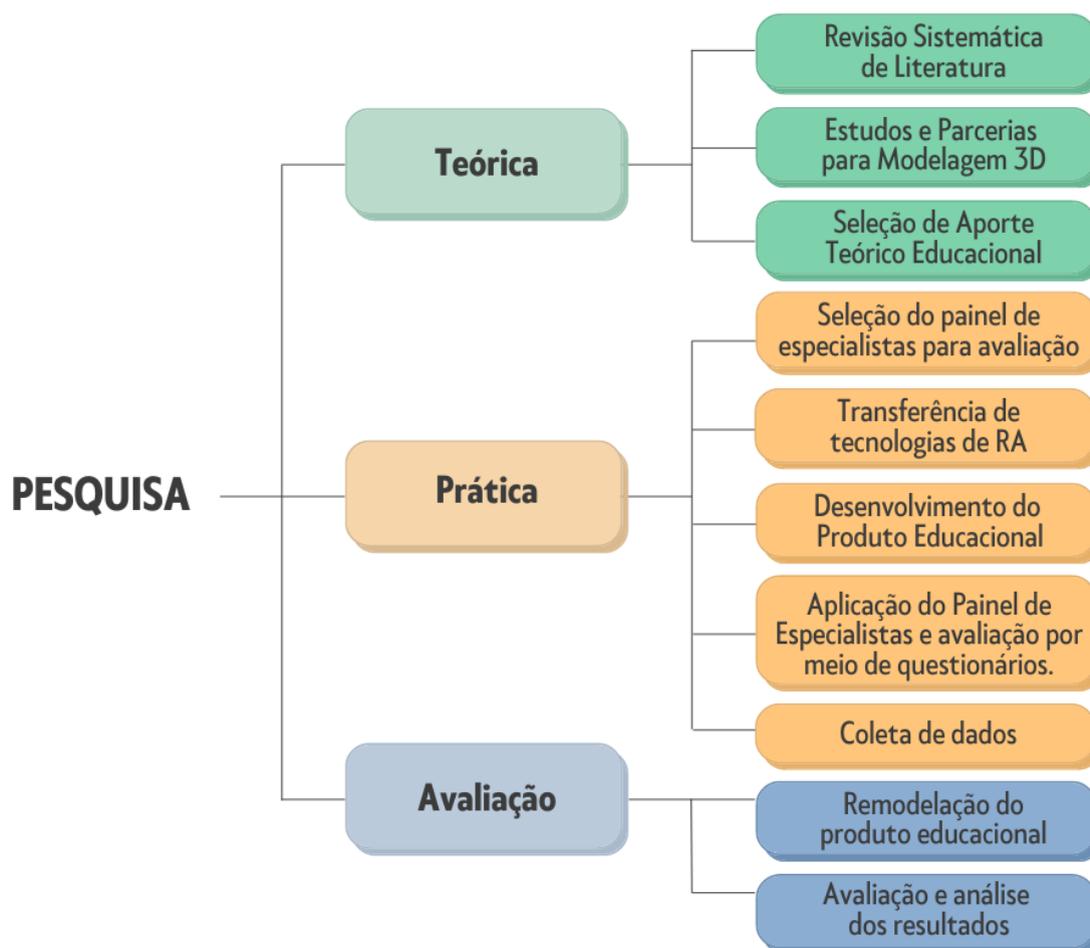
Uma importante perspectiva é apresentada em Oliveira, Macias e Rodriguez (2013), onde o desenvolvimento do produto educacional considerou uma espécie conhecida pelos educandos, que, no contexto do bioma pampa, sinaliza para a necessidade de desenvolvermos mais recursos em RA que apresentem elementos botânicos característicos da nossa flora. Nesse sentido, os conteúdos botânicos tratados no produto educacional, consideram objetos do conhecimento específicos da flora conhecida pelos educandos, considerando espécies características do bioma pampa e mata atlântica, bem como espécies comerciais e exóticas, devido à necessidade de ter onde ancorar as novas informações botânicas.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os detalhes das metodologias adotadas durante a realização da pesquisa. São abordados aspectos da organização geral, abordagens teóricas da metodologia qualitativa, instrumentos de coleta de dados, fundamentos para análise dos dados, bem como as considerações de cunho pedagógico e tecnológico utilizadas para elaboração do produto final. A figura 7 mostra de forma esquematizada o fluxo de desenvolvimento da pesquisa.

Pelo fato do estudo não ser desenvolvido por um pesquisador inserido diariamente no contexto da sala de aula, a elaboração do produto educacional obrigatoriamente obedeceu às considerações realizadas por docentes e estudantes de ciências biológicas, que contribuíram com considerações sobre a tecnologia de RA na fase de transferência de tecnologias.

Figura 7 - Organização da pesquisa



Fonte: Próprio autor.

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa do tipo investigação-ação, que, de acordo com Cardoso e Rego (2017), tem como características básicas:

- Ser um processo conduzido pelas pessoas envolvidas numa situação particular;
- Ocorre no local de ação, tendo subjacentes problemas do cotidiano profissional;
- Pretende a melhoria de uma determinada situação, tendo subjacente o diagnóstico de um problema que se pretende modificar;
- Implica uma estratégia reflexiva, ou seja, o investigador reflete sobre a ação antes e depois, integrando teoria e prática.

A abordagem foi selecionada por conter objetivos que contribuem para análise da inserção de um produto tecnológico no contexto do ensino e da aprendizagem. Os objetivos fundamentais da investigação-ação incluem a produção de conhecimentos sobre uma realidade específica, a modificação da realidade, ou seja, a inovação nos processos e “a transformação/formação dos autores” (CARDOSO; REGO, 2019, p. 23-24).

Indo além, no contexto da utilização da RA para ensino e aprendizagem de botânica e Ciências Biológicas, a perspectiva da metodologia que aponta a transformação/formação dos autores é extrapolada para profissionais da área da educação e em formação em cursos de licenciatura em Ciências Biológicas. Tal perspectiva foi alcançada por meio de capacitações e minicursos, não para a utilização do produto educacional desta pesquisa, mas sim, de inúmeros outros *softwares*, aplicativos e ferramentas com RA para mediar conteúdos das Ciências Biológicas, conhecimento construído ao longo das pesquisas básicas para o desenvolvimento desta dissertação.

O objetivo da realização dos minicursos, além de capacitar mediadores do conhecimento quanto à utilização das tecnologias com RA, foi perceber os obstáculos dos professores e futuros professores de ciências biológicas, na utilização de aplicativos com RA já disponíveis no mercado, para desenvolver um recurso pensando na superação das problemáticas identificadas.

Na perspectiva mais ampla da base metodológica, Magalhães e Batista (2021, p. 17) apontam que a metodologia qualitativa possibilita compreender como



consciências diferentes das suas produzem um mundo de sentidos, valores e atitudes partindo da utilização das faculdades humanas da escuta e observação. Nessa perspectiva, a utilização da pesquisa qualitativa permite a interpretação de mundos e contextos específicos no campo da educação, possibilitando a compreensão da complexa relação entre educandos, recursos tecnológicos e objetos do conhecimento.

Sob o mesmo ponto de vista, a metodologia denominada estudo de caso, adotada como uma estratégia de investigação, vem ganhando notoriedade no campo da educação devido a aprofundamentos teóricos que buscaram sistematizar e credibilizar o processo da investigação qualitativa de realidades que envolvem pontos subjetivos (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010). No âmbito das peculiaridades de uma pesquisa qualitativa suportada pela metodologia estudo de caso, destacam-se as cinco características apontadas por Castro Filho, Freire e Maia (2021):

(i) a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador o agente da coleta de dados; (ii) os dados possuem caráter descritivo; (iii) o investigador interessa-se mais pelo processo em si, do que propriamente os resultados; (iv) a análise dos dados é feita de forma indutiva; e (v) a compreensão dos significados que os participantes atribuem a suas experiências tem importância fundamental. (CASTRO FILHO; FREIRE; MAIA, 2021).

Tais características tangenciam o cenário de aplicação e coleta de dados desta pesquisa, visto que o cenário de aplicação do produto educacional será o ambiente natural da sala de aula, onde a coleta de dados será realizada pelo pesquisador. A aplicação e coleta de dados em duas turmas não é suficiente para gerar dados numéricos, descaracterizando uma pesquisa quantitativa, porém, suprimindo os anseios da compreensão da experiência vivenciada pelos educandos, de cunho qualitativo e adequado aos parâmetros da investigação-ação, produzir conhecimento sobre correspondente a uma situação e propósito particular (CARDOSO; REGO, 2017).

Mais importante é considerar que, no âmbito do ensino de botânica, compreender, remodelar e ajustar a sistematização do conhecimento aos anseios dos educandos é fundamental, sendo o objetivo não só a elaboração de um produto educacional para o ensino de botânica, mas perceber no processo, que o produto gerou nos educandos, particularidades comportamentais de domínio afetivo. Sendo

a avaliação de tais particularidades possíveis através da metodologia abordada no tópico avaliação.

Por mais que o texto carregue consigo a ideia de que o processo está acima dos resultados, fornecer aos mediadores e pesquisadores uma análise e resultados consistentes é parte dos objetivos da pesquisa, sendo os resultados descritivos, característicos de pesquisas qualitativas, possíveis de serem alcançados através das possibilidades que o estudo de caso oportuniza.

### 3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

O contexto desta pesquisa é o Ensino de Botânica no Ensino Fundamental II. Conforme os documentos orientadores curriculares, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Referencial Curricular Gaúcho (RCG) e o Documento Orientador Curricular de Santa Maria (DOCSM), a temática deve ser inicialmente tratada no 2º ano do Ensino Fundamental.

Entretanto, no que diz respeito às ciências da natureza, os objetos do conhecimento “Seres vivos no ambiente e Plantas”, e as habilidades citadas por tais documentos, especialmente aquelas que priorizam o ensino das plantas, são fortemente comprometidas, entre outras, pelas questões apresentadas no referencial teórico deste estudo (Zoochauvinismo).

Fruto desse contexto, desde a elaboração da pesquisa até o desenvolvimento do produto final, bem como suas dinâmicas e propostas de atividades, considerou-se, além das habilidades listadas especificamente para o sétimo ano, as elencadas para o segundo ano, verificadas como falhas ou superficialmente abordadas. A elaboração do produto final, foi pensada conforme a metodologia do planejamento sequencial, onde primeiro consideraram-se as habilidades elencadas pelos documentos orientadores curriculares, para então planejar os recursos e sequências que suprissem o seu desenvolvimento.

Como pode ser observado a partir do referencial teórico, o ensino de botânica precisa transpor algumas barreiras, relacionadas à afinidade dos professores com o conteúdo, à falta de tempo para dinâmicas de campo e a escassa disponibilidade de recursos pedagógicos para o ensino atrativo da biologia vegetal, ficando a contribuição desta pesquisa no âmbito do desenvolvimento de um produto

educacional, que tem como público-alvo educandos do Ensino Fundamental II, com foco no ensino de conteúdos básicos relacionados ao mundo da botânica.

O produto foi desenvolvido considerando conhecimentos de ponta no que diz respeito ao ensino e aprendizagem sobre ciências e botânica no Brasil. Na esfera/área da botânica, foram estudadas as obras: *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (Vasques; Freitas; Ursi 2021); *Metodologias para ensinar Botânica* (Pedrini; Ursi, 2022); e *Sequência didática para o estudo das flores* (Pigatto *et al.* 2018). No eixo das ciências em geral foram consideradas as obras: *Ensino de Ciências por Investigação* (Carvalho, 2019); e *Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências* (Magalhães, 2021).

Além disso, o aprofundamento dos conteúdos foi trabalhado de acordo com planos de aula disponibilizados pela Associação Nova Escola, que “é uma organização de impacto social sem fins lucrativos que trabalha para o Brasil ter professores da Educação Básica, fortalecidos em suas práticas, contribuindo para a melhoria da aprendizagem e do desenvolvimento dos estudantes” (ASSOCIAÇÃO NOVA ESCOLA, 2022).

O conteúdo do produto educacional é organizado em 7 tópicos, considerando os pontos primordiais para o desenvolvimento das habilidades da BNCC e do RCG, contendo uma sequência de abordagens para um desenvolvimento e avaliação conforme as bases teóricas propostas. Os tópicos foram organizados na sequência que segue:

1. Introdução;
2. As partes de uma planta;
3. Capim tem flores?;
4. A flor dos capins;
5. Toda planta é igual?;
6. O pega-pega; e
7. Curiosidades sobre polinização e dispersão.

Inicialmente há uma seção de apresentação, indicando os objetivos e os conteúdos abordados no PE, passando para uma página com instruções para o download e visualização dos modelos tridimensionais, uma introdução que contextualiza a importância de se estudar temáticas relacionadas com a botânica, e só então iniciam os conteúdos de botânica.

No tópico 2 (As partes de uma planta), o capim-forquilha (*Paspalum notatum*) é apresentado como uma planta espontânea e suas raízes são trabalhadas a partir de um modelo tridimensional do capim completo. Na sequência as peculiaridades das raízes da família Poaceae são trabalhadas com uma imagem em zoom e desenhos do estolão e dos rizomas. As partes gerais de uma planta seguem sendo trabalhadas com um capim completo, com observação das folhas no modelo tridimensional, até a parte mais alta da planta, onde estão organizadas as suas flores.

No tópico seguinte as flores do capim são trabalhadas, apresentando o conceito de inflorescência e o motivo do nome comum da espécie. Além disso, são trabalhados os diferentes tipos de inflorescências com imagens de lupa, permitindo aos educandos utilizarem o celular como uma lupa de aumento, observando no livreto fotos comuns dos tipos de inflorescências e, em realidade aumentada, os aumentos dos respectivos conjuntos de flores.

No tópico 4 “A flor dos capins” a escala de tamanho das flores do capim é contextualizada apresentando, em RA, um modelo tridimensional que compara o tamanho de uma única flor de *Paspalum notatum* com o vegetal inteiro, contendo raízes, caule e inflorescência. Também é apresentado um modelo tridimensional de uma espiguetta (com a flor do capim no interior), e são trabalhados conceitos relacionados às estruturas reprodutivas da flor, seguidos de uma imagem em aumento de lupa com grãos de pólen aderidos ao estigma plumoso.

No mesmo tópico o processo da polinização é abordado em detalhes, a partir de um modelo que apresenta duas flores de capim e o caminho dos grãos de pólen da antera (parte masculina) até o ovário. Também é apresentada a relação da polinização com a transformação da flor em fruto, mostrando diferentes diásporos (unidade dispersora da família Poaceae) em RA com imagens com aumento de lupa.

Em Toda planta é igual?, a morfologia geral das flores é trabalhada a partir de um modelo tridimensional que apresenta todos os verticilos (partes) de uma flor completa. Visto que os documentos orientadores apontam o desenvolvimento de habilidades relacionadas com as partes das plantas e suas funções, esses tópicos são abordados a partir de modelos básicos didáticos, seguido da comparação entre a flor do capim, que já foi abordada e a flor de uma laranjeira, contextualizando com o cotidiano do educando. Neste tópico, novamente o fruto é abordado, agora em

uma perspectiva que relaciona a morfologia dos frutos do capim e da laranja com a sua dispersão.

No tópico O pega-pega, a família botânica Fabaceae é representada pelo *Desmodium incanum*, popularmente conhecido como pega-pega. É contextualizado seu hábito, como uma espécie que vive no campo e na cidade, apresentadas as características gerais da planta e abordado em detalhes as características de seu fruto, relacionando novamente com o seu tipo de dispersão. Neste tópico são apresentados modelos tridimensionais da planta completa e do fruto com detalhes.

Por fim, o tópico “Curiosidades sobre a polinização e dispersão” encerra o livreto trazendo um texto com uma série de QR Codes que abordam diversas estratégias relacionadas à polinização e dispersão de algumas espécies.

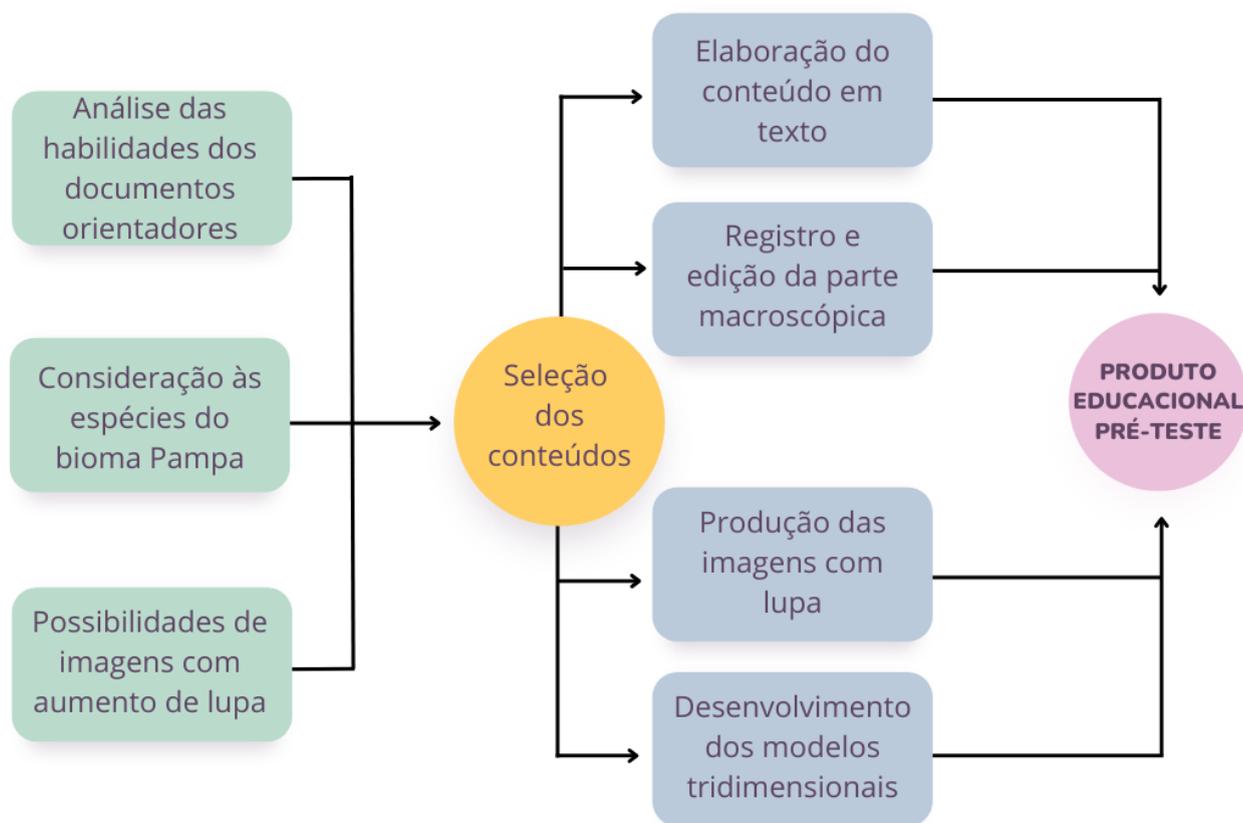
### 3.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A seleção dos conteúdos que compõem o recurso educacional pautou-se no desenvolvimento das habilidades citadas nos documentos orientadores, assim como no levantamento das famílias botânicas de espécies nativas mais comuns presentes nos ambientes urbanos e do bioma Pampa, para que os alunos possam contextualizar os conteúdos do produto com as suas realidades.

Quanto à perspectiva da RA móvel, o desenvolvimento dos conteúdos virtuais, além de considerar a biodiversidade contextualizada, considerou as possibilidades para o desenvolvimento de imagens em lupa no laboratório de fitopatologia Elocy Minussi da UFSM.

A elaboração do livreto seguiu o fluxo apresentado na figura 8, onde a análise das habilidades dos documentos orientadores junto da consideração às espécies da flora local, bem como das possibilidades de desenvolvimento das imagens, levou a seleção dos conteúdos para elaboração do texto. No texto e nas imagens impressas, está o conteúdo macro, já na unidade observável em RA pelo smartphone, estão as imagens de lupa e os modelos tridimensionais.

Figura 8 - Fluxo de desenvolvimento do produto educacional



Fonte: próprio autor.

Junto da elaboração do texto, realizaram-se os registros de plantas reais, das famílias Poaceae, Fabaceae e Rutaceae, por fotografias com o smartphone Samsung A71, que, com a função macro, permite uma aproximação de até três centímetros do objeto a ser fotografado, possibilitando a captura de imagens bem detalhadas das partes das plantas.

A produção das imagens em lupa, realizou-se no laboratório de Fitopatologia “Eloicy Minussi” da UFSM. O registro das imagens da parte microscópica foi realizado com o smartphone (Samsung A71), acoplado ao microscópio, fotografadas com diferentes aumentos de 20 e 40 vezes.

Quanto aos estudos em modelagem tridimensional, logo de início foi percebida a complexidade no que diz respeito a curva de aprendizagem para a elaboração dos modelos nos *softwares* específicos para criação de objetos tridimensionais, fato que levou a busca de parcerias com professores e alunos do

curso de bacharelado em Desenho Industrial da Universidade Federal de Santa Maria e Design da Universidade Franciscana. Todavia, não se obteve sucesso na prospecção de parcerias, sendo a terceirização a única alternativa viável para o desenvolvimento dos modelos.

O desenvolvimento dos modelos tridimensionais foi realizado através do *software* de modelagem *Blender*, e finalizado no motor de jogo *Unity* juntamente do kit de desenvolvimento de RA *Vuforia Engine*. Por fim, as imagens em lupa e modelos tridimensionais deram origem a um aplicativo, gerado no formato *.apk* (*Android Package*) através da plataforma da *Unity*.

O produto educacional para ser impresso, foi elaborado com uso das ferramentas do programa de desenho vetorial bidimensional para design gráfico *CorelDRAW*, onde o texto foi organizado, e, junto das imagens da unidade macroscópica, originou a parte macro que deve ser impressa para o trabalho nas escolas.

O fruto desta pesquisa é a disponibilização de um livreto com recursos em Realidade Aumentada para o ensino de botânica no contexto do bioma Pampa. O livreto conta com informações para desenvolver as habilidades em botânica conforme as propostas dos documentos orientadores curriculares, especialmente o DOC.SM, que aponta a necessidade de abordar as características da zona ecótono ocupada pelo município. Além da unidade que deve ser impressa, no livreto são encontradas informações sobre o acesso e *download* do aplicativo que, junto de um dispositivo móvel, serve como visualizador das imagens com aumento de lupa e modelos tridimensionais desenvolvidos na pesquisa.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS TRIDIMENSIONAIS

O objetivo deste capítulo é abordar os aspectos relacionados ao desenvolvimento dos modelos tridimensionais para Realidade Aumentada, considerando dificuldades e questões técnicas relacionadas à perspectiva do desenvolvimento de elementos característicos da botânica.

Como ponto de partida não é possível deixar de considerar os custos gerados na terceirização da modelagem tridimensional. Quando é consultada a literatura científica especializada sobre o trabalho com realidade aumentada na educação, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de material didático, não são

vistos relatos sobre os recursos financeiros. Na perspectiva de uma equipe sem um modelador tridimensional e diante da dificuldade na aprendizagem das ferramentas para realizar a modelagem, se o pesquisador optar por desenvolver seu próprio recurso pedagógico, os valores para o desenvolvimento variam conforme a quantidade de modelos tridimensionais, bem como sua complexidade.

Nesta pesquisa, foram desenvolvidos 14 modelos tridimensionais, com custos variando de R\$100,00 a R\$200,00 (excepcionalmente R\$360,00) dependendo da complexidade para atingir um modelo que satisfizesse os conteúdos a serem abordados em cada ponto do produto educacional. Para facilitar o entendimento por parte do modelador, o texto foi desenvolvido e entregue na íntegra, com os modelos numerados e comentários associados às imagens e textos com a complementação em RA a partir do modelo pensado.

No contexto da busca por profissionais que realizassem a modelagem tridimensional, levou certo tempo para encontrar um profissional que aceitasse a demanda, em virtude de grande parte dos profissionais trabalharem com questões relacionadas à arquitetura e assim, formas mais planas como prédios ou mobiliários. Desde o início da prospecção as conversas findavam no momento em que os profissionais comentavam não pegar demandas de desenvolvimento de modelos orgânicos, que representem seres vivos com naturalidade, apenas árvores e plantas prontas para a utilização em cenários como maquete virtuais.

No contexto desta pesquisa, além do objetivo de sistematizar os conhecimentos de botânica, o objeto do conhecimento são espécies características do bioma Pampa, especificidade não encontrada em outros trabalhos com RA.

Além disso, parte da complexidade está relacionada à natureza dimensional entre a explicação e a modelagem, especialmente no cenário da comunicação mediada pelas tecnologias digitais. As explicações são realizadas bidimensionalmente e o modelador precisa compreender as estruturas e parte das suas funções e reproduzir tridimensionalmente, como apresentado na sequência a seguir.

O processo da modelagem inicia com o compartilhamento do texto do produto educacional, levando ao modelador os pontos estruturais e botânicos que pretende-se trabalhar a partir do modelo tridimensional. A figura 9 apresenta duas páginas do produto educacional, com a sinalização em amarelo das informações que dizem respeito ao modelo 3D. No caso deste modelo, foram abordadas

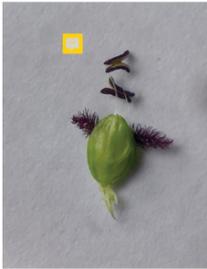


questões sobre as partes masculinas e femininas da flor, a partir de uma espigueta de *Paspalum notatum*, espécie da família Fabaceae.

Figura 9 - Início do processo da modelagem tridimensional

2 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Na imagem, a seguir, é apresentada uma espigueta, nome dado à estrutura que antes chamamos de segmentos semelhantes a pequenas «folhinhas». Dentro dessa espigueta fica a flor do capim.



Ao apontar a câmera do celular para a espigueta, vemos um modelo tridimensional de uma peculiar flor de capim.

A flor é uma das principais características do grande grupo dos vegetais conhecido como Angiospermas. De maneira geral, são chamadas angiospermas, o grupo de plantas que possui flores verdadeiras e que formam frutos.

A flor das capins não é considerada uma flor completa, pois não possui cálice e corola característicos (flor nua), sendo composta basicamente por três partes.

Parte masculina (androceu, formado por estames);  
 Parte feminina (gineceu, formado por carpelos);  
 Lodículas (vestígios de cálice e corola).

2 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

No modelo tridimensional da flor, apresentada na página anterior, podem ser observadas três estruturas em formato de canoa, na ponta de filetes brancos, são as anteras, que fazem parte do órgão reprodutor masculino chamado androceu. A função dessas estruturas é a produção de pólen, que se desenvolve em seu interior e, quando maduro, com o vento, insetos e a água, é deslocado até a parte plumosa que aparece no mesmo modelo.

A parte plumosa é o estigma, estrutura que faz parte do aparelho reprodutor feminino da flor chamado gineceu.



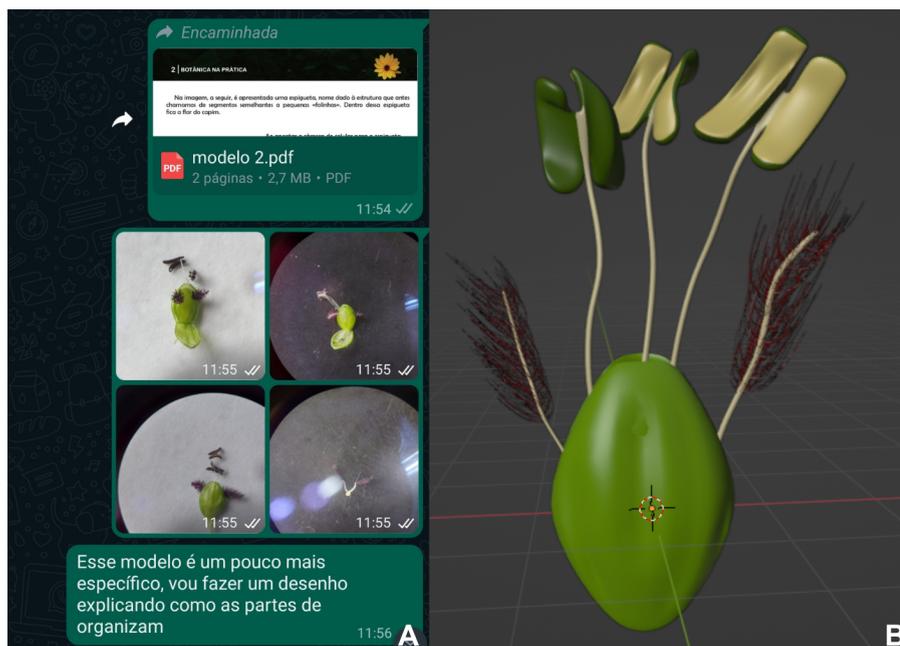
A imagem ao lado apresenta parte de uma inflorescência de *Paspalum notatum*. Observe que estão presentes estruturas do aparelho reprodutivo dos capins, ou seja, tais estruturas estão prontas para desempenhar suas funções.

Apontando a câmera do celular para a imagem acima, é possível observar com aumento de lupa as estruturas masculinas e femininas. Observe que, nas estruturas plumosas do gineceu é possível observar pequenas «bolinhas brancas», que são o pólen aderido ao estigma e prontos para germinar.

Fonte: Próprio autor.

Além do texto e da imagem disponível no produto educacional, visto que o modelador não tinha contato prévio com conteúdos de botânica, especialmente relacionado às gramíneas (família Poaceae), fez-se necessário o envio de uma série de referências apresentadas na imagem a seguir.

Figura 10 - Referências da espiguetas de *Paspalum notatum* e modelo tridimensional

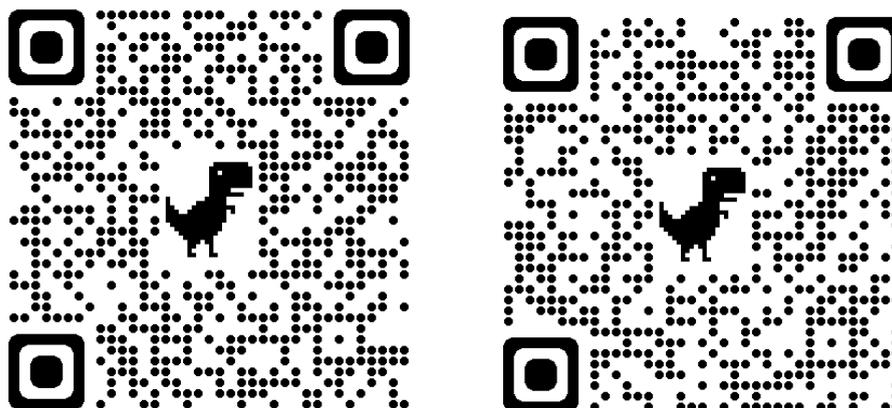


Fonte: Whatsapp e Blender (próprio autor).

Na figura 10, em A, é apresentado um fragmento da conversa com o modelador, nela é possível observar o *Pdf* com o texto do produto educacional, imagens em lupa da espiguetas de *Paspalum notatum* e a necessidade da complementação das informações com a elaboração de um desenho esquemático. Em virtude da especificidade do desenvolvimento dos modelos, grande parte das imagens utilizadas como referência também precisaram ser desenvolvidas, sendo necessário encontrar as espécies em período fértil, realizar cortes, o desmonte das inflorescências e o registro com lupa de aumento.

Na mesma figura, em B é apresentado o modelo final da espiguetas. Inicialmente o modelo é utilizado para abordar o gineceu e androceu, estruturas feminina e masculina da planta, respectivamente. Na sequência, as flores desta mesma espécie são utilizadas para desenvolver o conceito da polinização que, mais complexo, exigiu mais tempo para o seu desenvolvimento, desde o momento da solicitação inicial de elaboração até as diversas correções necessárias ao entendimento do caminho dos grãos de pólen da antera até o ovário. Nos QR Codes, a seguir, é possível conferir algumas das tentativas de instrução para elaboração e correção dos modelos 3D.

Figura 11 - QR Codes com vídeos de elaboração e correção de modelos tridimensionais para Realidade Aumentada



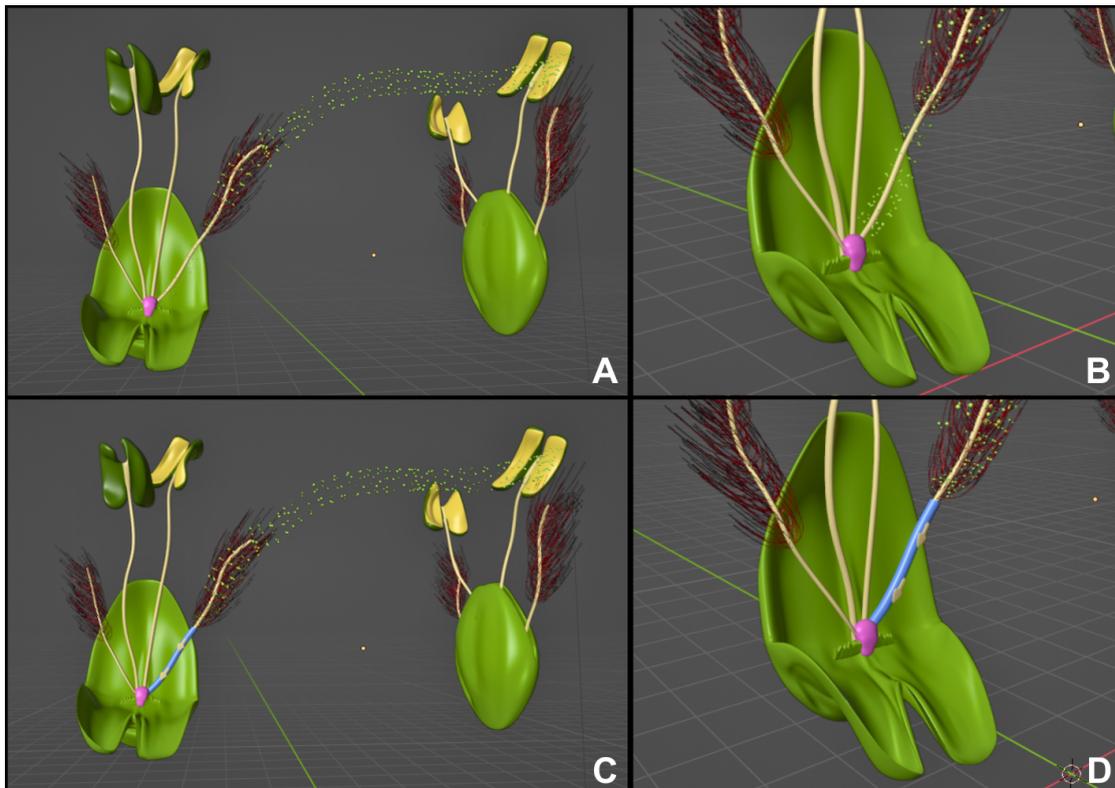
Fonte: Google Chrome.

O primeiro QR Code da figura 11 leva para um vídeo que objetivou instruir o modelador sobre a polinização e as necessidades a serem supridas pelo modelo 3D. Nesta altura o modelo da espiguetta já havia sido desenvolvido, bastavam complementações, como: duplicação da espiguetta, representação dos grãos de pólen na antera, uma linha amarela que representasse o pólen chegando ao estigma com o vento, uma linha azul representando o caminho do pólen até o ovário, o ovário em cor-de-rosa, as estruturas laterais representado as lodículas e a abertura da estrutura externa para simular a visualização do interior da espiguetta.

A figura 12 mostra em A e B o modelo da polinização que foi recebido inicialmente. Em B a imagem ampliada permite a visualização do ponto que precisou ser corrigido. As pequenas bolas que vão de uma flor a outra simulam os grãos de pólen, chegando na parte plumosa avermelhada (estigma - parte da estrutura feminina da flor chamada gineceu), parece que os grãos de pólen vão até o ovário (estrutura em cor-de-rosa) através da parte externa do filete (estrutura em cinza que vai do gineceu até o ovário).

Para não gerar equívocos na compreensão por parte dos educandos, o modelo precisou ser alterado. O segundo QR Code da figura 11 apresenta um vídeo com as orientações enviadas ao modelador para correção de tal equívoco.

Figura 12 - Processo de correção de modelo tridimensional de *Paspalum notatum* para abordar a polinização



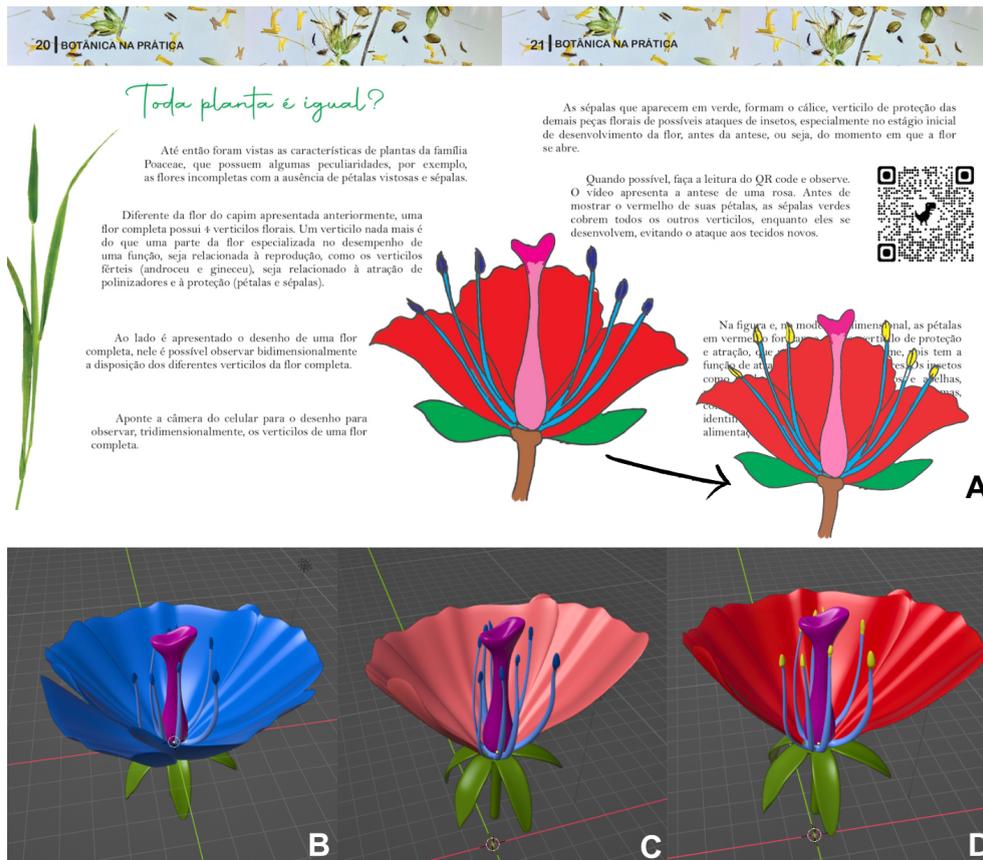
Fonte: Tela de visualização do Blender (próprio autor).

Deste modo, o modelo corrigido é apresentado em C e D da figura 12, onde pode ser observado que os grãos de pólen foram substituídos por uma estrutura azul com setas, simulando o movimento do pólen do estigma até o ovário.

É importante considerar que o desenvolvimento do produto educacional e dos modelos passou por duas espécies de correção. A primeira relacionada aos aspectos que o pesquisador notou que poderiam gerar conflitos de compreensão por parte dos educandos. A segunda refere-se a problemas identificados pelos professores orientadores da pesquisa, especialmente às orientações da Dra. Thais Dorow, responsável pela correção das questões pedagógicas relacionadas especificamente ao ensino de botânica.

Assim, a figura 13 a seguir apresenta o fluxo de complexidade para alteração de questões simples, mas que demandam alterações em três perspectivas do produto educacional: no texto do produto, no desenho ou imagem do produto e também no modelo tridimensional.

Figura 13 - Fluxo de correções modelo didático de flor completa



Fonte: O próprio autor.

Em A são apresentadas as páginas do produto educacional em que são abordados os verticilos de reprodução e suas funções. Inicialmente o desenho e o texto tratavam das anteras na coloração azul-escuro diferenciando-as do estilete em azul-claro, conseqüentemente o modelo tridimensional foi desenvolvido nas mesmas cores (imagens B e C da figura 13).

Além deste ponto, no desenvolvimento de modelos tridimensionais, frequentemente a primeira versão requer algumas alterações. No modelo de flor didática apresentado na figura 13, foram necessárias duas correções. Na imagem B aparece a primeira versão, com pétalas azuis e a corola (conjunto de pétalas) completa, estando a cor em desacordo com o solicitado e a presença de todas as pétalas atrapalhando a visualização dos órgãos reprodutivos. Dessa forma, duas pétalas tiveram que ser removidas para a adequada visualização de todas as estruturas de uma flor completa.

### 3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Em toda pesquisa o levantamento dos dados é uma das partes mais importantes para o sucesso no fluxo do estudo, uma boa seleção dos instrumentos de coleta de dados é o que garante a base para uma análise e resultados concretos, que possam transmitir com máxima fidelidade o cenário da situação investigada. Para este estudo foi considerado o seguinte instrumento de coleta de dados:

- 1) **Painel de Especialistas** - Dinâmica adaptada de Struchiner, Ricciardi e Vetromilleo (1998), aplicada a Doutorandas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Franciscana, com formação em Ciências Biológicas e experiência com docência na educação básica, como forma de avaliação do Produto Educacional a partir de uma apreciação analítica.

Assim, considerando o contexto “Estudo de Caso” e a necessária reflexão sobre a prática docente, mediada pelo recurso tecnológico, foi selecionada o instrumento de reflexão a partir das avaliações pelo Painel de Especialistas, que pode ser utilizado para o registro de curtos momentos da vida, intencionando futuras análises gerando momentos de despertar (SILVA, 2010).

Considerando que o levantamento dos dados foi realizado pelo pesquisador, não sendo este o docente responsável pela mediação do conhecimento, o exercício da observação foi aplicado em sala de aula junto do painel de especialistas, quando o produto educacional foi utilizado para o teste de mediação dos conteúdos de botânica.

Quando abordamos a questão da observação, alinhamos nosso pensamento às considerações realizadas por Magalhães e Batista (2021) na obra Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências:

A observação é uma técnica para a coleta de dados engendrável a diversas metodologias de pesquisa por oportunizar ao pesquisador o estudo do comportamento e de diferentes aspectos do público estudado, angariando assim, respostas mais fidedignas justamente porque elimina a influência de questões circunstanciais que podem distorcer o levantamento de dados,..., aquilo que é observado se exhibe em um estado mais “natural” e, mesmo que haja pequenas interferências e mediações, a interatividade é mais restrita, deste modo, o objeto que se observa/pesquisa se apresenta de

modo mais fidedigno à realidade, à dinâmica e à conjectura na qual ele está inserido. (MAGALHÃES; BATISTA, 2021, p.221).

Nesse sentido, a seleção do conjunto de metodologia e técnica de pesquisa, Estudo de Caso e Observação, aliado aos objetivos avaliativos deste estudo, pressupõem a necessidade da elaboração da chamada observação estruturada participante, onde são preestabelecidos critérios e elementos a serem observados, da interação dos professores e alunos com o produto educacional.

De acordo com Carvalho (2021), a observação deste estudo é definida como participante, visto que, admitiu posicionamento ativo e interativo do pesquisador com os painelistas, e também artificial, pelo fato de não existir uma pertença naturalmente estabelecida entre o pesquisador e os membros da amostra estudada.

Em virtude das particularidades atreladas à técnica de pesquisa da observação, a elaboração de um referencial teórico adequado aos objetos do conhecimento se faz essencial. Considerando o ensino e aprendizagem de botânica, somente o estudo de materiais como, *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021); *Metodologias para Ensinar Botânica* (PEDRINI; URSI, 2022); e *Ensino de Ciências por Investigação* (CARVALHO, 2019), pode garantir a percepção atento-sistemática.

Os autores, Magalhães e Batista (2021), fomentam a reflexão sobre a percepção atento-sistemática, provocando que somente “uma observação calcada em um treinamento e em pressupostos metodológicos sólidos” pode oferecer base para uma avaliação subsidiada com dados concretos alinhados ao cenário e suas subjetividades.

### 3.5 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Quando citamos a observação estruturada, ou seja, com conceitos previamente estabelecidos para o levantamento de dados e êxito na aplicação junto da metodologia Painel de Especialistas, observam-se pontos como os comentários realizados entre os painelistas.

Nessa perspectiva, o Painel de Especialistas, além de contemplar questões relacionadas ao desenvolvimento das habilidades propostas pelos documentos orientadores curriculares, considerou também aspectos relacionados à utilização da tecnologia digital na mediação dos conteúdos de botânica.

Visto que a observação carrega consigo subjetividades que podem interferir no levantamento dos dados, bem como nos resultados da pesquisa, uma metodologia que contemplasse a avaliação da abordagem pedagógica foi selecionada.

Além disso, buscando uma avaliação conforme a realidade técnico-pedagógica vivenciada pelas docentes no cotidiano escolar, o Painel de Especialistas propiciou uma análise tanto do ponto de vista da metodologia empregada, como dos conteúdos de botânica investigados no produto educacional. Com base no modelo de Avaliação Analítica, baseando-se na observação, análise e julgamento, em um processo de avaliação estruturado, o painel é ideal para o planejamento (*design*) e a produção de materiais educacionais (STRUCHINER; RICCIARDI; VETROMILLO., 1998).

No primeiro momento os especialistas foram apresentados ao produto educacional. Foi distribuído um livreto para cada professora, realizada uma apresentação inicial, dos conceitos e objetivos, tanto da elaboração do produto, como da avaliação pela metodologia do painel, seguido das orientações para download do aplicativo para visualização dos conteúdos em RA.

O instrumento para avaliação ([questionário disponível no Apêndice A](#)) individual dos painelistas propôs a análise e avaliação de aspectos relacionados à apresentação do produto educacional, como: interatividade (facilidade no download e leitura dos marcadores para acesso aos modelos tridimensionais e imagens de lupa), comunicabilidade (facilidade de aprendizagem, legibilidade, adequação da linguagem, orientações textuais para a existência de conteúdos em RA), comunicação visual (clareza e pertinência conceitual das imagens e modelos tridimensionais, adequação do tamanho dos textos, figuras e modelos, harmonia entre os elementos visuais).

Também foram elaboradas questões para avaliação dos pontos específicos do ensino de botânica. O instrumento de avaliação considerou questões para análise de aspectos como: conteúdos do sistema (contemplação das habilidades apontadas pelo DOC.SM), e especificidades dos conceitos de botânica e do Bioma Pampa (profundidade, clareza conceitual, suficiência de conceitos).

As perguntas, adaptadas de Struchiner, Ricciardi e Vetromilleo (1998), apresentaram formato misto, com a possibilidade de responder de forma aberta, manifestando livremente uma opinião sobre o tópico, embora, cada item tivesse



uma pontuação de 0 a 10, sendo zero para fraco/ruim e dez para excelente, segundo o julgamento de cada conceito na apresentação e utilização do livreto.

#### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Os dados são apresentados e analisados conforme a sequência da pesquisa desenvolvida. Posto isso, são apresentados os resultados da transferência de tecnologias educacionais com RA, que ocorreu através das capacitações e minicursos. Também são detalhados os resultados do desenvolvimento do produto educacional, especialmente as relações entre o texto, as imagens do livreto e os conteúdos em RA, bem como, os resultados levantados por meio dos instrumentos de avaliação do Painel de Especialistas adaptado de Struchiner, Ricciardi e Vetromilleo (1998).

##### **4.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS COM RA**

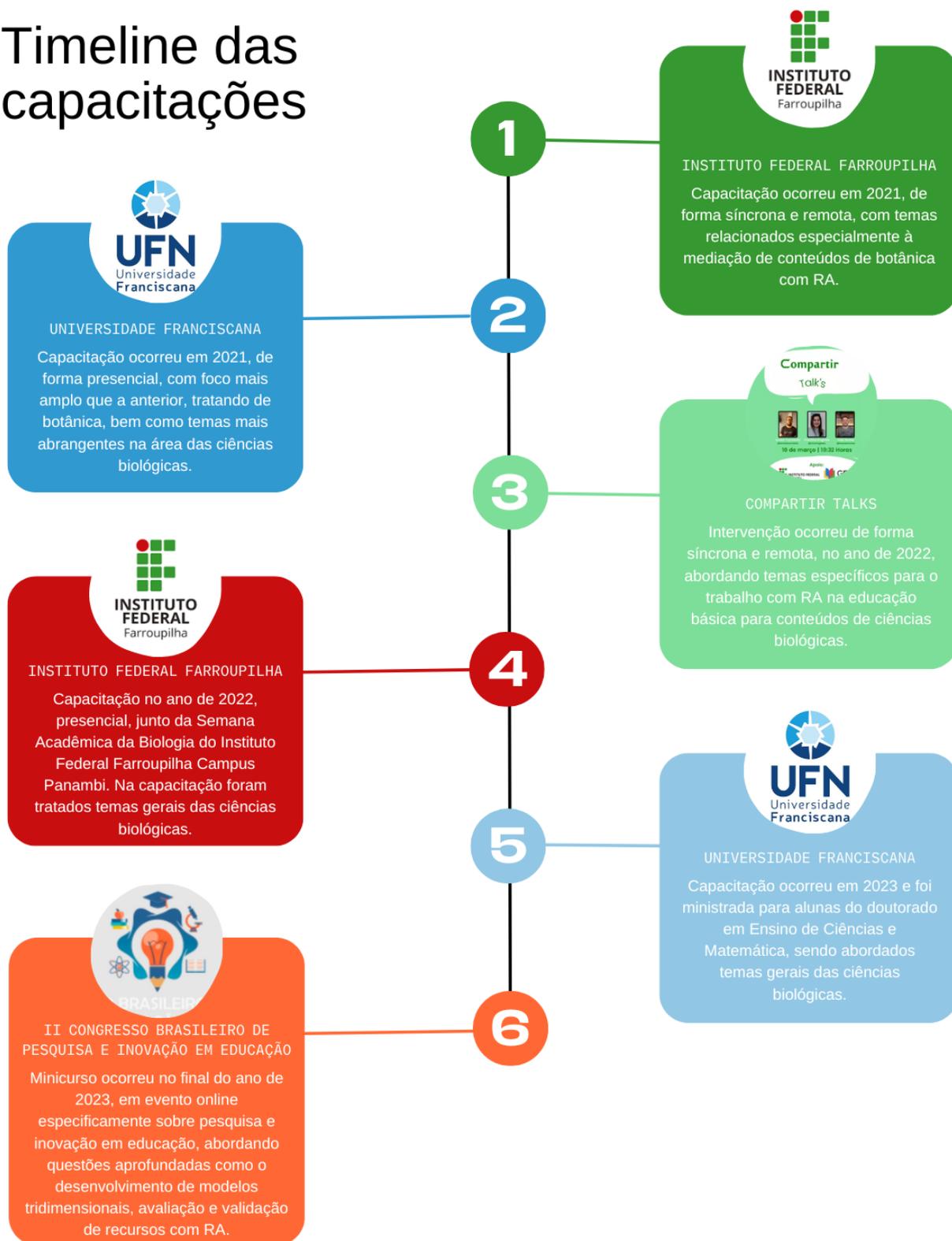
Conforme os resultados da revisão sobre o estado da arte da RA para o ensino de Ciências Biológicas, o principal motivo da subutilização da RA para o ensino é a falta de professores qualificados e aptos a lecionar assuntos complexos utilizando recursos com RA (BILLINGHURST, 2022).

Nesse contexto, nos anos de 2021, 2022 e 2023 após meses de trabalho e análises de pesquisas, práticas, softwares e aplicativos com RA, foram realizadas intervenções em instituições de ensino superior (Universidade Franciscana e Instituto Federal Farroupilha - Campus Panambi), e em canais relacionados às tecnologias digitais.

A figura 14 a seguir apresenta um resumo com a sequência de capacitações, os principais conteúdos tratados e suas características.

Figura 14 - Linha do tempo das intervenções sobre RA

# Timeline das capacitações



Fonte: Próprio autor.

Relacionando com os objetos do conhecimento tratados nessa pesquisa, as capacitações e minicursos abordam os temas de ciências da natureza e botânica mediados por tecnologias que envolvem a RA, ora a partir de aplicativos prontos, ora a partir de plataformas que permitem ao docente elaborar seu próprio material.

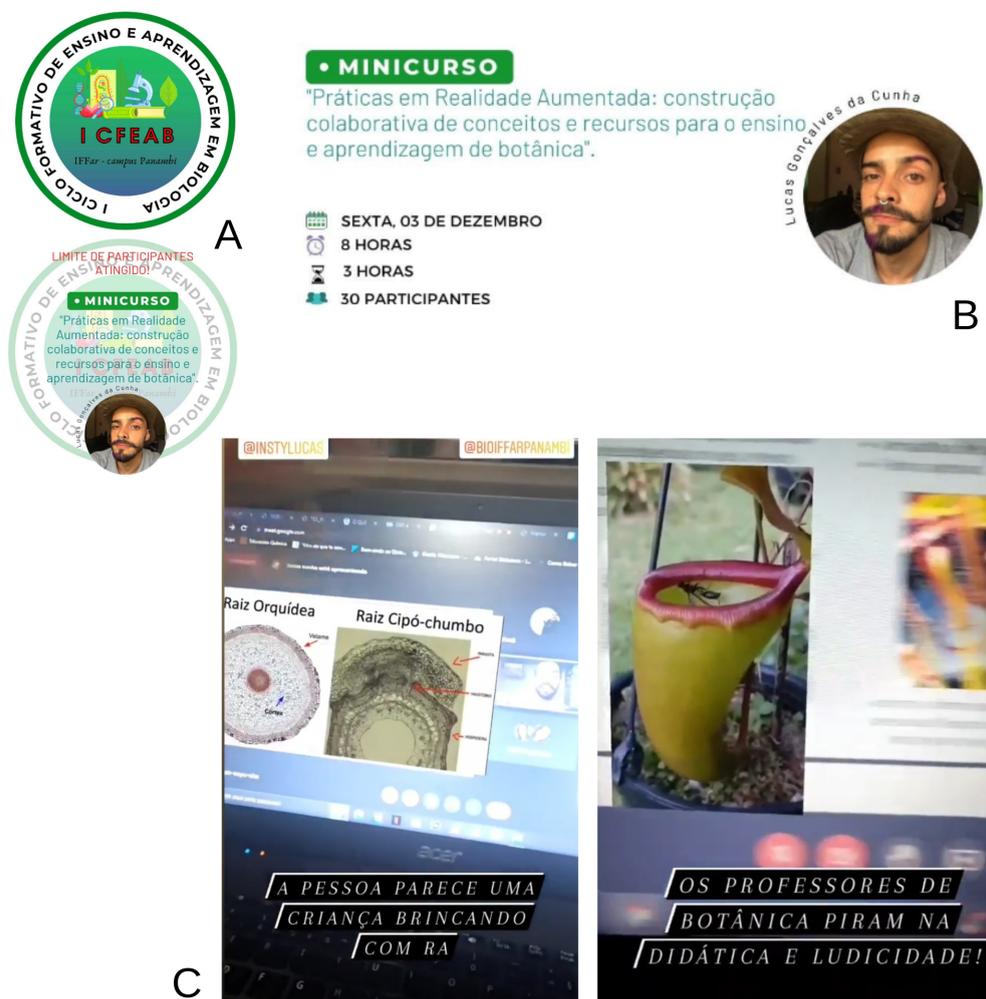
As capacitações estão em ordem cronológica e separadas conforme um importante passo no amadurecimento do trabalho com a RA. Nas primeiras três capacitações, o foco das mediações era apresentar aos professores as tecnologias e aplicativos já disponíveis para a utilização, com foco especialmente em recursos que os docentes podem acessar nas lojas de aplicativo dos dispositivos móveis, com dicas para inserção dos recursos em sala de aula, bem como, a resolução de problemas. Além dos pontos abordados nas três primeiras capacitações, o amadurecimento na pesquisa permitiu que as outras três capacitações (4, 5 e 6), além de abordar aplicativos prontos, pudessem dar foco em questões como a remodelação e a construção de materiais didáticos com RA. Especialmente o minicurso apontado em 6 da figura 14, além de tratar da elaboração de um PE, foca em questões como a avaliação e validação de recursos com RA para a educação, perspectiva que dá suporte não só aos docentes que pretendem utilizar a tecnologia, mas também a profissionais que possam desenvolver interesse por pesquisar à introdução da RA no contexto da sistematização dos conhecimentos.

#### 4.1.1 Capacitações com foco na utilização de recursos pré-existent

Visto que o objetivo é a utilização da RA em sala de aula, os recursos que compuseram o conteúdo das capacitações incluem somente práticas que os docentes podem fazer uso a partir de dispositivos móveis mais populares. Isto é, seja no momento da visualização dos conteúdos em RA (aplicativos prontos), seja no momento de elaboração dos recursos, onde é necessária a utilização de um computador ou *notebook* para construção dos recursos e programação do banco de dados.

Dito isso, a figura 15 apresenta recortes da primeira intervenção, realizada de forma online síncrona, junto da programação do evento “I Ciclo de Ensino e Aprendizagem em Biologia”, do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi - IFFAR.

Figura 15 - 1º Intervenção, Minicurso “Práticas em Realidade Aumentada: construção colaborativa de conceitos e recursos para o ensino e aprendizagem de botânica”.



Fonte: Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi - Lic.em Ciências Biológicas.

O evento contou com diversas palestras, minicursos e oficinas abordando temáticas plurais relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de temáticas na área das Ciências Biológicas. O objetivo concentrou-se na formação inicial e continuada de graduandos em Licenciatura em Ciências Biológicas e docentes em exercício na Rede Pública do Município de Panambi e região.

A figura 15 apresenta um panorama da intervenção, desde o momento da divulgação em A, até a intervenção em C. Como pontos importantes a serem considerados, em A pode ser observada uma chamada mostrando o limite de participantes atingido, fato que demonstra a curiosidade de professores diante da tecnologia de RA.

Na figura 15, em C, verificam-se as considerações de um professor durante a intervenção. É importante frisar que este primeiro minicurso foi ministrado remotamente devido à pandemia da Covid19, o que, no contexto das possibilidades de atividades com a RA não é um aspecto negativo, visto que a utilização da RA para complementar a visualização de conteúdos em aulas por videoconferência gera uma curiosidade nos educandos e, como consequência, maior envolvimento na exploração e construção do conhecimento.

Como pode ser observado em C, o professor registrou em suas redes sociais uma sequência de vídeos com as seguintes frases:

*“A pessoa parece uma criança brincando com RA”*

*“Os professores de botânica piram na didática e ludicidade”*

Nesse contexto, explorar a tecnologia de RA com futuros professores e professoras em exercício, especialmente trazendo a tecnologia com uma modelagem facilitada de utilização, traz a sensação de estar brincando e divertindo-se no cenário da sistematização do conhecimento sobre botânica. Especialmente a segunda frase, mostra que, diferente de outras experiências com o ensino de botânica, o professor que participou do minicurso considerou a mediação com RA didática e lúdica.

Nesta primeira intervenção participaram do encontro cerca de 16 professores, entretanto, o saldo final de participantes foi de 28. Essa diferença deve-se à possibilidade de, a partir da gravação do minicurso remoto, outros participantes pudessem assistir e participar das atividades em RA de forma assíncrona.

A plataforma *Magipix*, utilizada para a elaboração do banco de dados em RA, permite ao mediador a verificação de quantos dispositivos realizaram o *download* do banco de dados para visualização dos conteúdos em RA. Por consequência, é possível verificar quantos participantes da atividade síncrona obtiveram sucesso na instalação do aplicativo no momento síncrono, bem como, quantos participantes seguiram realizando *downloads* a partir da gravação do encontro.

Saindo do período remoto, as possibilidades da realização de um encontro presencial sobre RA se concretizaram com o minicurso “Práticas em Realidade Aumentada e Virtual para o Ensino e Aprendizagem de Botânica e Ciências”, ministrado para professoras e alunos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de

Ciências e Matemática da Universidade Franciscana (PPGCIMAT-UFN). A figura 17 a seguir apresenta um panorama das atividades presenciais.

Figura 16 - 2º Intervenção, Minicurso “Práticas em Realidade Aumentada e Virtual para o Ensino e Aprendizagem de Botânica e Ciências”



Fonte: Fotos do próprio autor.

Semelhante à intervenção realizada no período remoto, o objetivo geral foi oferecer aos professores a experimentação de materiais prontos com RA e de *softwares* e plataformas que permitissem a construção e remodelação de materiais didáticos. Nessa perspectiva, pretendendo abordar aplicativos adequados às áreas de formação dos alunos e professoras, foram consultadas as áreas de formação e atuação e selecionados recursos adequados aos objetos do conhecimento do contexto do programa de pós-graduação e dos participantes do minicurso.

Na esfera dos aplicativos prontos para utilização, foram selecionados o Quiver Vision<sup>8</sup>, Object Viewer<sup>9</sup>, e Explorer<sup>10</sup>, prontamente baixáveis na loja de aplicativos da *Google Play* e utilizáveis a partir da impressão de folhas com os seus marcadores.

Na figura 16, em B, é apresentada uma das perspectivas abordadas nos momentos de transferência de tecnologias em RA, a apresentação de casos de sucesso da utilização de RA no contexto educacional. De acordo com Peterson *et al.* (2022), uma das problemáticas para a utilização da RA na educação, passa pela falta de metodologias detalhadas e de fácil utilização que utilizem teorias e abordagens pedagógicas adequadas às sequências didáticas.

Dito isso, nos momentos de capacitação foram apresentados casos da aplicação da RA em sequências didáticas no ensino superior, artigo produzido por Cunha e Nunes (2022), e na produção de materiais didáticos informativos sobre plantas carnívoras, desenvolvido no contexto da disciplina de Hipermídias Educacionais, no contexto do projeto “O Reino Encantado das Plantas: Aprendendo Botânica no JBSM”, ao qual faz parte o autor deste estudo.

No contexto da falta de metodologias detalhadas, são apresentadas as etapas de elaboração da intervenção com um recurso de RA, abordando desde a seleção dos conteúdos que foram ministrados, as conversas e capacitações realizadas com a docente, a forma de intervenção e de avaliação da mediação.

Posteriormente, inicia-se a parte prática da realização do minicurso. Em D da figura 16, os participantes observam as diferenças entre as células vegetal e animal, por meio de modelos tridimensionais disponíveis no aplicativo QuiverVision<sup>11</sup>. Em E, os participantes cortam e colam o MergeCube, recurso que, se impresso e modelado, oferece uma série de recursos e objetos do conhecimento para serem explorados em RA, tanto no aplicativo [Object Viewer](#) quanto no [Explorer](#). Dentre as aplicações testadas para o ensino e aprendizagem de ciências biológicas e geografia, os aplicativos citados na última oração são os que possuem a maior gama de possibilidades para exploração da RA com objetivos pedagógicos.

---

<sup>8</sup> <https://quivervision.com/>

<sup>9</sup>

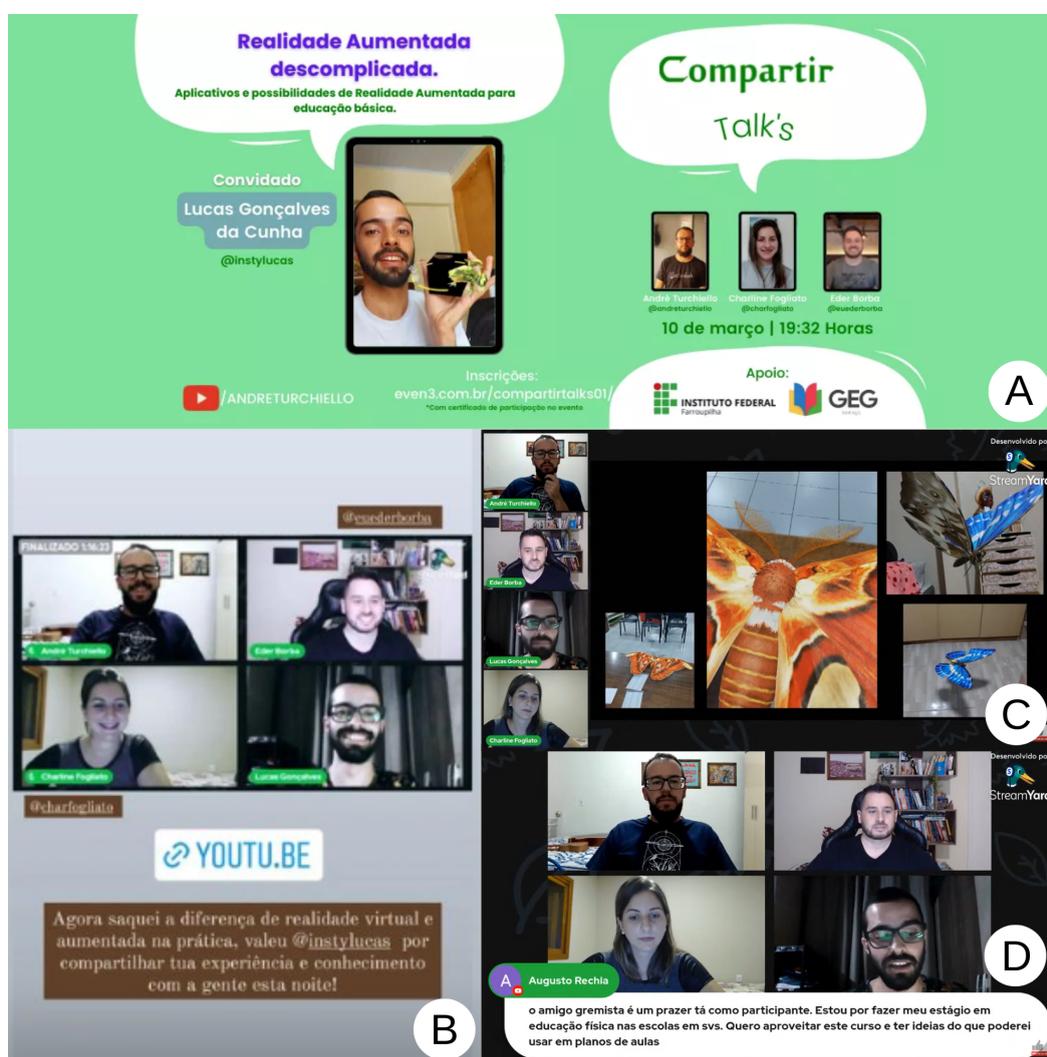
[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.ObjectViewer&hl=pt\\_BR&gl=US&pli=1](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.ObjectViewer&hl=pt_BR&gl=US&pli=1)

<sup>10</sup> [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.MergeCube.EDUExplorer&hl=pt_BR&gl=US)

<sup>11</sup> <https://quivervision.com/>

Seguindo no contexto da transferência de tecnologias em RA, em 10 de março de 2022 as perspectivas se expandiram e tive a oportunidade de participar do quadro *Compartir Talk's*, do canal do André Turchiello no Youtube. O canal que atua desde 2017 na área das tecnologias, especialmente voltadas para a área da educação, realizou um convite para que fossem abordadas questões relacionadas à RA, focando na utilização descomplicada das tecnologias para o trabalho na Educação Básica. A figura 17 apresenta os registros da intervenção.

Figura 17 - 3º Participação no quadro *Compartir Talk's*, do canal de tecnologias educacionais André Turchiello.



Fonte: Fotos da intervenção no canal do Youtube, segue o link para acesso na íntegra: [\(186\)](#)

[Compartir Talks: Realidade Aumentada descomplicada - YouTube](#)



Na figura 17 são apresentadas perspectivas do cumprimento dos principais objetivos no que diz respeito à transferência de tecnologias em RA. Em A é apresentada a chamada de divulgação da intervenção, realizada pela plataforma Even3, de modo a garantir aos participantes um certificado de horas complementares. Na imagem B, é apresentada a consideração do gestor do canal do Youtube sobre parte da intervenção, onde as perguntas direcionam para a identificação das diferenças conceituais entre Realidade Virtual e Aumentada.

Na perspectiva de trabalhar com recursos prontos e de fácil utilização, a imagem C apresenta a exploração de objetos do conhecimento típicos da Educação Básica através dos animais em RA da Google. No recorte são abordadas as diferenças entre mariposas e borboletas, questões conceituais bem trabalhadas pelos desenvolvedores da Google, que mostram a possibilidade da contribuição dos animais da Google para o desenvolvimento de planos de aula e sequências didáticas ricas em detalhes específicos para a área educacional.

A título de exemplo, no contexto das diferenças entre borboleta e mariposa, a qualidade no desenvolvimento vai além dos formatos e textura, como as antenas plumosas das mariposas e lisas das borboletas, são consideradas também questões comportamentais dos animais, como o pouso com asas abertas das mariposas e fechadas das borboletas. É importante considerar que animais que emitem diferentes tipos de vocalizações e rugidos também possuem tais sons associados aos modelos tridimensionais, ampliando as possibilidades de exploração das características dos animais.

Por fim, na imagem D da figura 17, é mostrado o relato de um professor de educação física da Educação Básica que, durante o momento síncrono da intervenção, relatou estar participando do curso com objetivo de verificar as possibilidades de utilizar a RA para a elaboração de Planos de Aula. Quando abordo sobre o momento síncrono, faço relação à disponibilidade da intervenção para que outros interessados possam conferir as possibilidades de RA para educação básica de forma assíncrona. O quadro Compartilhar Talk's, além de trazer participantes de diversas áreas relacionadas à mediação tecnológica na educação, disponibiliza na íntegra as atividades realizadas por videoconferência. A intervenção na íntegra pode ser conferida no seguinte link: [\(186\) Compartilhar Talks: Realidade Aumentada descomplicada - YouTube](#)

#### 4.1.2 Capacitações com foco na remodelação e desenvolvimento de recursos educacionais

Neste ponto da pesquisa, após já ter elaborado e testado recursos com RA em disciplinas do Programa de Pós-Graduação que faz parte esta pesquisa, o conhecimento sobre as ferramentas disponíveis permitiu abordar com maior qualidade a remodelação e o desenvolvimento de recursos próprios com a tecnologia de RA.

Nesse contexto, esta intervenção aconteceu no dia 27 de outubro de 2022, junto da IV semana acadêmica do curso de Licenciatura em Ciência Biológicas do Instituto Federal Farroupilha do campus de Panambi. O evento, que ocorreu de 24 a 27 de outubro, contou com palestras, oficinas e minicursos relacionados às áreas de interesse da licenciatura com relação direta e indireta com a sustentabilidade. A figura 18 apresenta um panorama sobre o minicurso intitulado “Práticas em Realidade Aumentada para a Significação dos Objetos do Conhecimento de Ciências Biológicas”.

Figura 18 - 4º intervenção, minicurso presencial na VI Semana Acadêmica da Biologia do Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi



Fonte: Fotos do próprio autor.

Na imagem A da figura 18, pode ser observado o post de divulgação que pode ser encontrado na conta do Instagram @bioiffarpanambi. Na imagem C um dos educandos fez o registro de alguns materiais utilizados na intervenção, como MergeCube, canetas e lápis coloridos para a pintura e utilização de modelos tridimensionais no aplicativo QuiverVision, e um livreto sobre plantas carnívoras desenvolvido na disciplina de “Hipermídias Educacionais” do PPGTER, todos recursos com a tecnologia de RA.

Em E, na mesma figura, é apresentado um recorte do momento em que os educandos aprendem, na prática, a construção de recursos educacionais através da

plataforma Magipix. Como exemplo utilizo as plantas carnívoras, para demonstrar a seleção de imagens e vídeos das diferentes estratégias de captura de insetos e a programação do banco de dados para a construção na unidade RA do recurso. A imagem F apresenta alguns alunos e docentes do curso de biologia que participaram da intervenção.

Por fim, ainda em 2023, foi realizada uma intervenção chamada “Práticas em Realidade Aumentada: construção colaborativa de conceitos e recursos para o ensino de biologia”. A intervenção ocorreu na disciplina de Biologia II Ensino e Aprendizagem do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana. A figura 19 apresenta alguns registros realizados pelo autor da pesquisa e pela coordenadora do programa, a professora Dra. Thais Dorow.

Figura 19 - 5ª intervenção, minicurso presencial ministrado na disciplina de Biologia II Ensino e Aprendizagem do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana



Fonte: Próprio autor.

A intervenção presencial contou com uma série de novas abordagens, entre elas estavam a elaboração de turmas virtuais, seja no CoSpaceEdu ou no QuiverVision, ambas as plataformas, em novas atualizações, permitem criar grupos semelhantes aos utilizados no Google Classroom.

No contexto das novas abordagens também aparece a questão relacionada à remodelação de materiais didáticos. A imagem B da figura 19 mostra o slide em que foi abordada a questão sobre a remodelação e o quadro azul é a página inicial do capítulo “Por que a biodiversidade pode ser um tema para o ensino de ciências?”, texto trabalhado pela professora no decorrer da disciplina em que foi realizada a intervenção. Tal perspectiva foi utilizada no sentido de mostrar às participantes que

é possível trabalhar um recurso e conteúdo que elas já haviam estudado, porém, de forma diferenciada através da adição de vídeos em RA em livros e capítulos já estruturados.

Conseqüentemente, as experiências vivenciadas nas diferentes intervenções, oportunizaram a observação de pontos que foram úteis para o desenvolvimento do Produto Educacional. Entre os principais pontos pode-se salientar a busca de estratégias caso o celular do educando não tenha memória ou simplesmente não execute corretamente os aplicativos de RA, a adição de um passo a passo simples e claro de download e instalação do aplicativo, a elaboração de modelos tridimensionais que priorizem mais os conteúdos do que a estética, adequação aos documentos orientadores, para facilitar a introdução nas sequências de aulas previstas.

Após a conclusão da pesquisa, contando com as diversas perspectivas que envolvem o produto educacional e a avaliação, de 11 a 14 de dezembro de 2023 será realizada mais uma intervenção. Buscando a transferência dos conhecimentos desenvolvidos nesta pesquisa, será ministrado um minicurso no II Congresso Brasileiro On-line de Pesquisa e Inovação em Educação, que, diferente das capacitações apresentadas até então, será composto por módulos mais específicos, voltados ao desenvolvimento de modelos tridimensionais, bem como, à perspectiva da avaliação e validação de produtos com RA.

## 4.2 O PAINEL DE ESPECIALISTAS

A análise dos dados baseia-se no questionário disponível no apêndice B, modificado e adaptado de Struchiner *et al.* (1998), devido à semelhança no contexto de aplicação. Na pesquisa, Struchiner *et al.* (1998) utilizam a metodologia painel de especialistas para apreciação analítica de sistemas hiperídia para o ensino, perspectiva semelhante considerando que os educandos utilizam o livreto desenvolvido nesta pesquisa junto de um dispositivo móvel. Entretanto, para aplicação nesta pesquisa, foram considerados contextos específicos da RA e da botânica.

Participaram do painel de especialistas 10 biólogos(as), oito doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana, e duas doutoras, uma pelo mesmo programa e outra em botânica pela

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A média de tempo que os especialistas utilizaram para explorar o livreto e aplicativo foi de 3 horas. Entretanto, no cenário da sistematização do conhecimento em sala de aula, o tempo para investigar todas as perspectivas do produto educacional pode ser maior, sendo considerado por parte dos especialistas o trabalho do livreto em diferentes aulas.

O material de debate foi transcrito e cada opinião dada no momento da apresentação foi anotada e solicitado que o autor do comentário o transcrevesse nas fichas do questionário. É importante salientar que, após a avaliação pelos painelistas, ocorreu a remodelação do produto educacional, considerando os pontos retirados das considerações à escala das perguntas fechadas do questionário, bem como de aspectos não contemplados nas questões do mesmo, mas foram apontados pelos painelistas e julgados como fundamentais para a fluidez do produto educacional em sala de aula.

Antes de proceder à análise individual dos especialistas, o quadro 1 apresenta uma análise geral da pontuação elencada pelos painelistas nas questões fechadas, considerando, entretanto, apontamentos que causaram maiores variações nas médias gerais. Notou-se que, toda vez que um especialista deu uma nota relativamente baixa ao item, o motivo foi indicado com pequenos textos no próprio questionário, permitindo o entendimento da pontuação, bem como, sua correção através da remodelação do produto educacional.

Quadro 1 - Média de cada indicador analisado no PE e no aplicativo

<b>Indicadores</b>	<b>Número de Itens</b>	<b>Média Geral</b>
Interatividade	2	8,1
Comunicabilidade	4	9,1
Comunicação visual	3	9,4
Conteúdos do sistema	1	7,4
Conceitos em botânica	4	9,8

Fonte: Próprio autor.

Os primeiros indicadores, interatividade, comunicabilidade e comunicação visual, estão relacionados à perspectiva técnica do produto educacional, abordando questões do aplicativo, de diagramação e modelagem da parte impressa, bem como, dos modelos tridimensionais e imagens de lupa apresentados em RA. Na sequência, os itens conteúdos do sistema e conceitos de botânica, relacionam-se com os objetos do conhecimento da botânica, seja na perspectiva do Documento Orientador Curricular de Santa Maria, seja nas necessidades de aprofundamento e suficiência das abordagens.

Quanto à média geral, o primeiro item “interatividade” obteve a pontuação de 8,1, especialmente devido a problemas relacionados à questão “Facilidade de acesso e download do aplicativo” que teve 7,7 de média. Analisando separadamente, uma série de fatores influenciam no contato inicial entre o usuário e o aplicativo.

Entre tais fatores, e talvez o mais problemático no sentido de uma experiência inicial negativa, é quanto à impossibilidade de execução do aplicativo em alguns modelos de aparelhos. Em primeira instância, devido às características do sistema operacional, visto que usuários com dispositivos móveis da *Apple* (sistema operacional *IOS*), não conseguem acessar o *app* em seus dispositivos. Entretanto, conforme verificado no painel de especialistas, e considerando a realidade das escolas públicas, os celulares mais popularizados são os das demais marcas, com sistema operacional *Android*.

Nesse sentido, dois painelistas possuíam celulares da *Apple*. Então, duas medidas foram tomadas para o contorno da situação e a sequência na validação do PE. Um dos painelistas utilizou um celular secundário (Samsung A52), com o qual conseguiu realizar as leituras e utilizar adequadamente o material, enquanto o outro acompanhou a utilização com um colega.

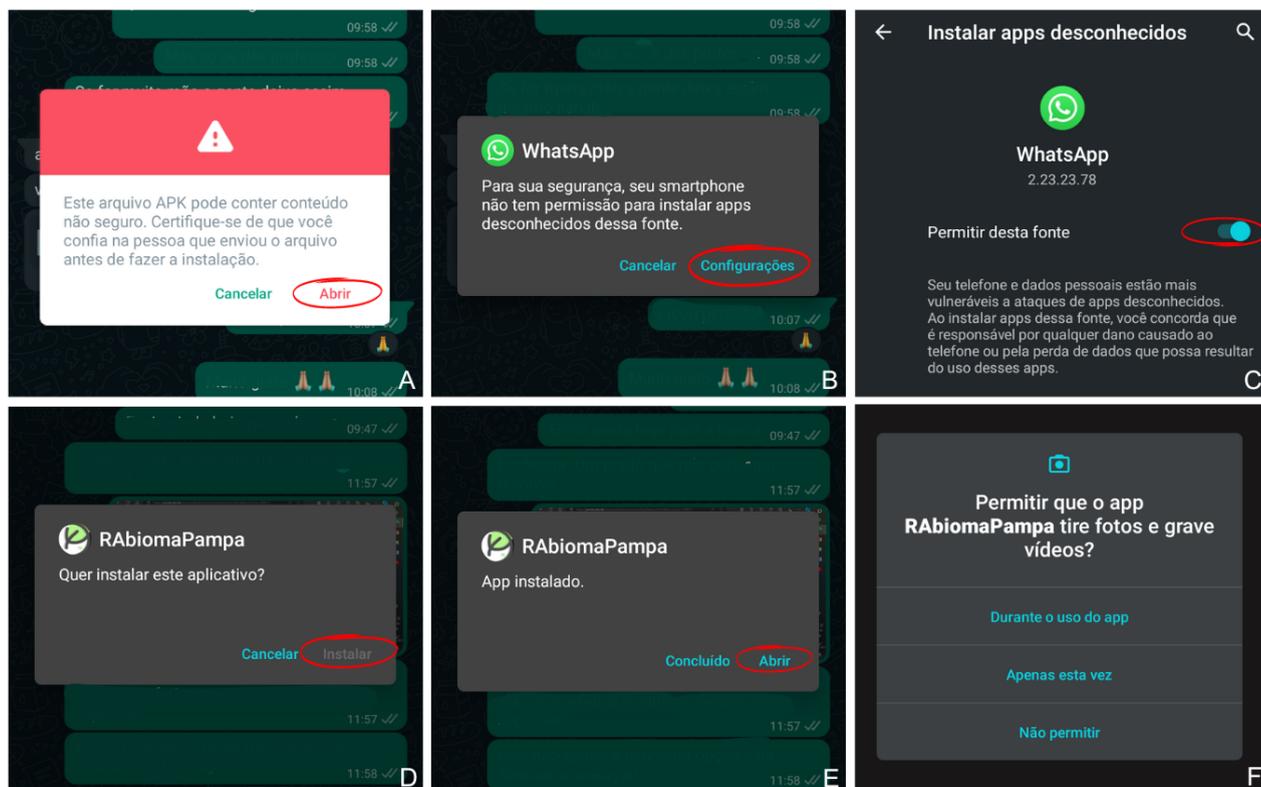
No mesmo sentido, dois participantes, apesar de terem dispositivos com sistema operacional *Android*, ainda assim, não conseguiram realizar a instalação do aplicativo, um com celular modelo *Redmi* da *Xiaomi* e outro com LG K12 Max. Nos dois dispositivos o *apk* foi baixado, mas o dispositivo não permitiu a instalação.

Outro ponto de consideração sobre o primeiro contato entre usuários e o PE, é quanto a liberação do sistema operacional para a instalação de aplicativos que não são nativos do sistema operacional, ou seja, a instalação por meios que não



sejam a própria loja de aplicativos da *Play Store*. A figura 20, a seguir, apresenta um passo-a-passo da liberação de instalação no sistema operacional *Android*.

Figura 20 - Passo-a-passo para instalação do App RAbioma-Pampa



Fonte: Próprio autor.

Ao realizar o download do *apk*, a mensagem mostrada em A da Figura 20 é exibida, sendo a sequência apresentada na mesma figura, um passo necessário para a utilização dos recursos do PE. Am A o *apk* é aberto, em B o usuário é levado para as configurações, onde precisa selecionar o botão que permite a instalação de aplicativos pelo *whatsapp*, então, ao voltar para a tela anterior, faz a instalação e abre o aplicativo (imagens D e E da mesma figura). Na sequência, assim como outros aplicativos que utilizam a câmera, o usuário precisa liberar o acesso à câmera.

Apesar da liberação não ser complexa, ao tentar efetuar, o usuário é sinalizado de que a instalação de aplicativo por fontes alternativas pode danificar o sistema do dispositivo móvel, situação que previne a entrada de *malwares*. Entretanto, se tratando de aplicativo elaborado pelos pesquisadores, sabe-se que este não oferece tais riscos. Mesmo avisados de que o aplicativo não oferece riscos,

realizar a liberação pareceu gerar certa desconfiança em alguns painelistas, por exemplo, o avaliador que deu nota 3, sendo 1 igual a fraco ou ruim, deixou o seguinte comentário “precisa baixar, autorizar pelo sistema, mesmo falando que pode causar danos ao sistema”. Já o avaliador que atribuiu nota 5, foi aquele possuía o aparelho *Readmi*, que baixou o *app* e não foi possível instalar.

As situações apresentadas nos cinco parágrafos anteriores, estão intimamente relacionadas com a experiência inicial dos usuários/educandos com o aplicativo e o PE, todavia, nenhuma delas possui solução no espaço de tempo do desenvolvimento desta pesquisa, seja pela complexidade em desenvolver um aplicativo para o sistema (*IOS*), seja pela impossibilidade de resolver os problemas de instalação do aplicativo em cada aparelho, visto que nem os pesquisadores da área da educação, nem os docentes/mediadores poderão identificar o gatilho do problema de cada dispositivo. Em sala de aula, inevitavelmente, tais situações também acontecerão, sendo a saída mais viável ao docente a realização do trabalho de visualização dos modelos tridimensionais em duplas ou trios.

Ainda quanto à interação, foi avaliada a leitura dos marcadores e acesso aos modelos tridimensionais e imagens em aumento de lupa em RA. As pontuações do item variaram de 6 a 10, sendo a média global igual a 8,1 pontos.

Com a análise dos questionários percebeu-se que dois painelistas, que classificaram o item com seis pontos, indicaram problemas em alvos nas páginas 11 (inflorescências e zoom das mesmas em lupa de aumento), 17 (inflorescências e zoom dos diásporos em lupa), e um avaliador apontou também dificuldades de leitura do modelo tridimensional na página 26 (imagem e modelo tridimensional do *Desmodium incanum* (Sw.) DC.).

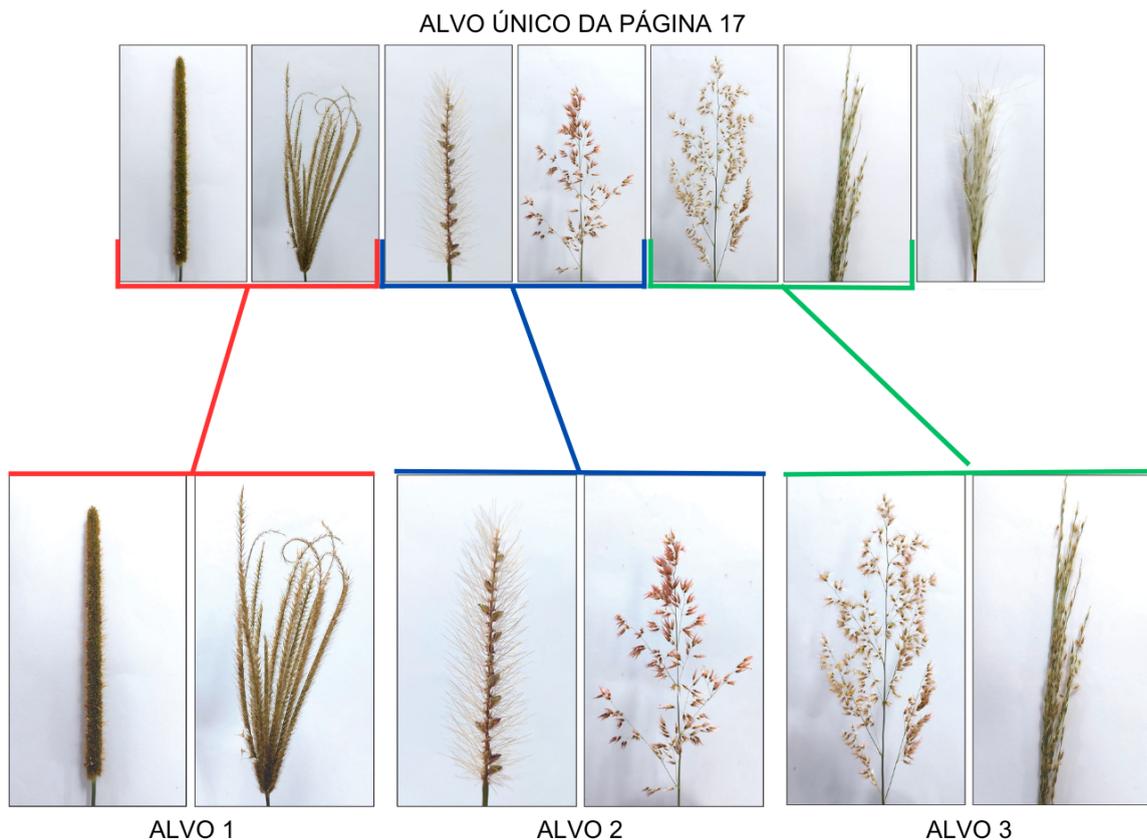
Conforme os testes realizados no decorrer do desenvolvimento do PE, as imagens das páginas 11 e 17 realmente possuem obstáculos na leitura fluída pelo aplicativo no dispositivo móvel. Conforme o desenvolvimento apresentado no capítulo 4.2 “O PRODUTO EDUCACIONAL”, as imagens das páginas 11 e 17, possuem uma série de registros das inflorescências, todas em alta qualidade que precisaram de uma redução drástica em tamanho para adequação às páginas do livreto. Fato que, já no desenvolvimento do aplicativo no *Vuforia*, necessitou da adição de linha estilo QRcode para o aumento da qualidade do alvo.

Entretanto, mesmo com a adição da linha em QRcode e a melhora na classificação do alvo no *Vuforia*, conforme apresentado no capítulo anterior, quando

o *apk* é gerado, o aplicativo segue com dificuldades para realizar a leitura dos alvos multi-imagens, tendo que o usuário, por vezes, fechar e abrir novamente o aplicativo para a leitura do alvo. Problemática que não acontece com, por exemplo, os alvos das páginas 9, 12 e 15, que também apresentam imagens em RA, contudo, sobrepostas em alvos compostos por somente uma imagem.

Nesse contexto, é indicado aos pesquisadores e profissionais que, por ventura, desenvolvam produtos baseados em RA, que não sigam o mesmo tipo de construção empregado no desenvolvimento apresentado nas páginas 11 e 17. Apesar de ser muito interessante comparar quatro tipos de inflorescências e seus aumentos, bem como, sete tipos de inflorescências e seus diásporos, alternativas diferenciadas devem ser buscadas como, por exemplo, a seleção de somente duas imagens para compor um mesmo alvo, conforme a figura 21, a seguir.

Figura 21 - Seleção de menos imagens por alvo



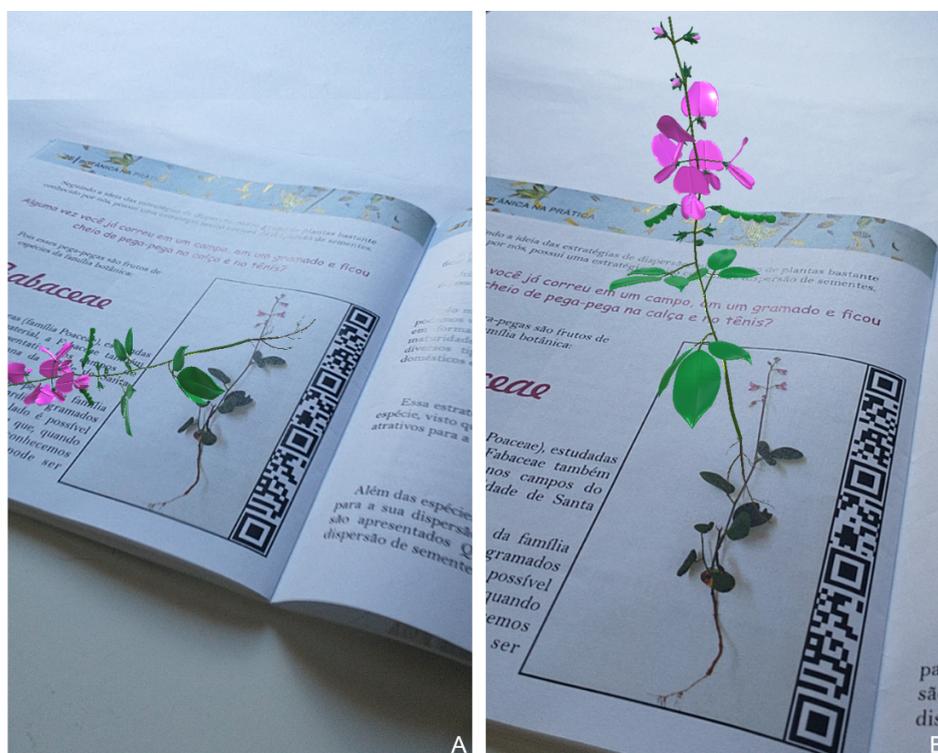
Fonte: Próprio autor.

Isto é, selecionando duas imagens por alvo, como feito nas páginas 23 e 25 do PE, facilita o reconhecimento dos alvos e a sobreposição fluida das imagens em

lupa ou modelos tridimensionais. A figura 21 representa tal redução na quantidade de imagens por alvo, sendo ideal para trabalhar, por exemplo, com um ou dois alvos a cada página, respeitando certo espaçamento para não gerar conflito entre o reconhecimento dos alvos.

Ainda na perspectiva da leitura dos marcadores e visualização dos modelos tridimensionais, três painelistas registraram que o modelo da *Desmodium incanum*, da página 26, apareceu de ponta cabeça. Conforme testes realizados antes e após o painel de especialistas, o modelo realmente apresenta dificuldades na leitura e no posicionamento do modelo tridimensional, conforme a figura 22 que segue.

Figura 22 - Erro e correção de leitura modelo tridimensional *Desmodium incanum*



Fonte: Próprio autor.

Em A da figura 22, o modelo da *Desmodium incanum* aparece deitado sobre a página do PE, situação semelhante à relatada pelos especialistas. Dois cenários foram observados quanto à leitura do alvo da página 26, ou o modelo aparece de ponta cabeça/deitado sobre a página, ou nem mesmo é mostrado pelo dispositivo móvel. No desenvolvimento e na avaliação, não foi possível verificar qual o obstáculo na leitura fluida do conjunto alvo e modelo, apresentado na página 26. Entretanto, para a leitura e o posicionamento correto do modelo tridimensional,

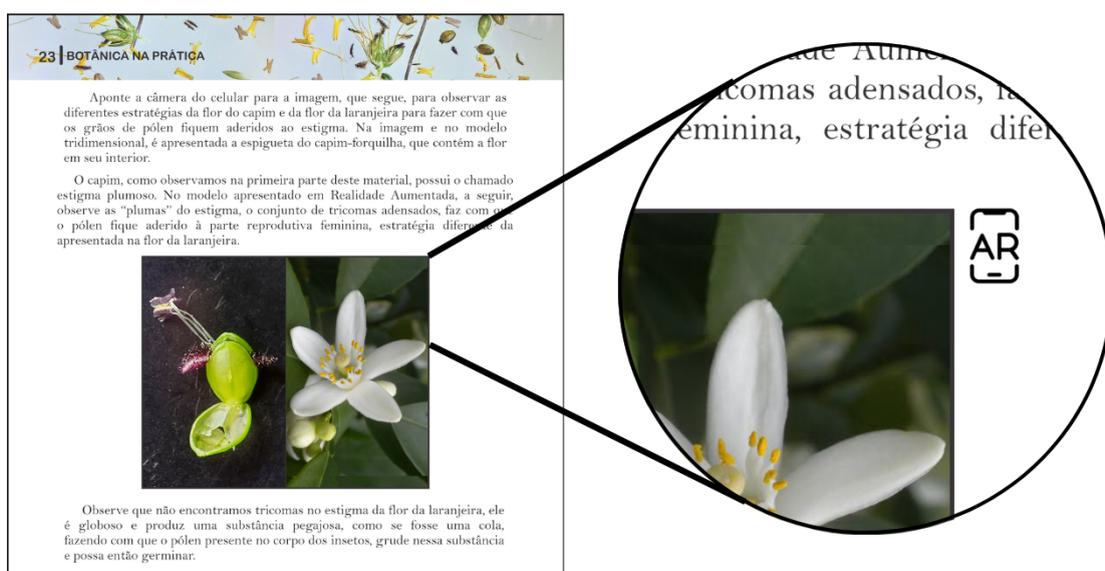
conforme apresentado na imagem B da Figura 22, o usuário deve fechar o aplicativo e, ao abri-lo novamente, realizar imediatamente a leitura do alvo.

O item seguinte, comunicabilidade, ficou com média geral igual a 9,1 e apesar da boa pontuação, o item, composto por quatro subitens, recebeu a menor nota em comparação a todos as avaliações do painel de especialistas, com 7,1 na avaliação sobre orientações textuais sobre a existência de conteúdos em RA.

Quanto aos três primeiros subitens, facilidade de aprendizagem, legibilidade e adequação da linguagem, com médias gerais bastante altas, 9,4, 9,9 e 9,8, respectivamente, não tiveram maiores apontamentos realizados pelos painelistas. Assim, foram considerados como de acordo e sem demanda para remodelação do PE.

Em oposição, o subitem que avalia a orientação textual sobre a existência de conteúdos em RA obteve a pior avaliação do painel, com 7,1 de média global, com pontuação variando de 2 a 10. Esta questão também foi a mais debatida pelos painelistas, seja no momento da aplicação, seja no espaço para considerações livres do questionário. Com seis citações e apesar do texto orientar para a existência de modelos tridimensionais ou imagens de lupa em RA, os painelistas aconselharam a adição de um símbolo indicando a existência de RA, como um círculo com as iniciais RA próximo das imagens com conteúdo aumentado. A orientação foi acatada e pode ser conferida na figura 23, que segue.

Figura 23 - Adição de símbolo indicando existência de conteúdos em RA



Fonte: Próprio autor.

Nesse sentido, percebeu-se a necessidade do símbolo indicador, quando os painelistas tentavam realizar a visualização de conteúdos em RA nas páginas 18 e 19, que, no entanto, não apresentavam conteúdos aumentados. Outra perspectiva que o símbolo auxilia, é para quando o docente quer trabalhar com RA do PE, mas não necessariamente com o texto que está nele, podendo guiar-se pelos símbolos na seleção de imagens para compor sua aula.

Ainda neste subitem, quatro avaliadores comentaram sobre a necessidade de salientar o nome do aplicativo nas páginas do livreto. Segundo um dos painelistas, “O professor não utiliza todo o material em uma única aula, então a necessidade de evidenciar que o aluno precisa acessar o aplicativo”.

Outro ponto que gerou comentários de dois especialistas, foi sobre a necessidade de indicar quando a utilização do PE deve ser feita com o aplicativo desenvolvido na pesquisa e quando deve ser feita com a câmera normal do dispositivo móvel. Nas páginas 28 e 29 do produto educacional há QR codes que levam para vídeos sobre polinização e dispersão de sementes. Durante a avaliação, os painelistas tentaram acessar os QR codes apontando o dispositivo móvel com a câmera do aplicativo, entretanto, a leitura somente pode ser feita com a câmera convencional, informação adicionada no início do capítulo.

O item seguinte, comunicação visual, composto por três subitens, obteve média geral igual a 9,4. Os subitens “adequação do tamanho dos textos, figuras, modelos tridimensionais e imagens de lupa” e “harmonia entre os elementos visuais, especialmente imagens do PE e informações em RA” , com médias 9,7 e 9,3, respectivamente, foram considerados de acordo e sem necessidade de remodelagem.

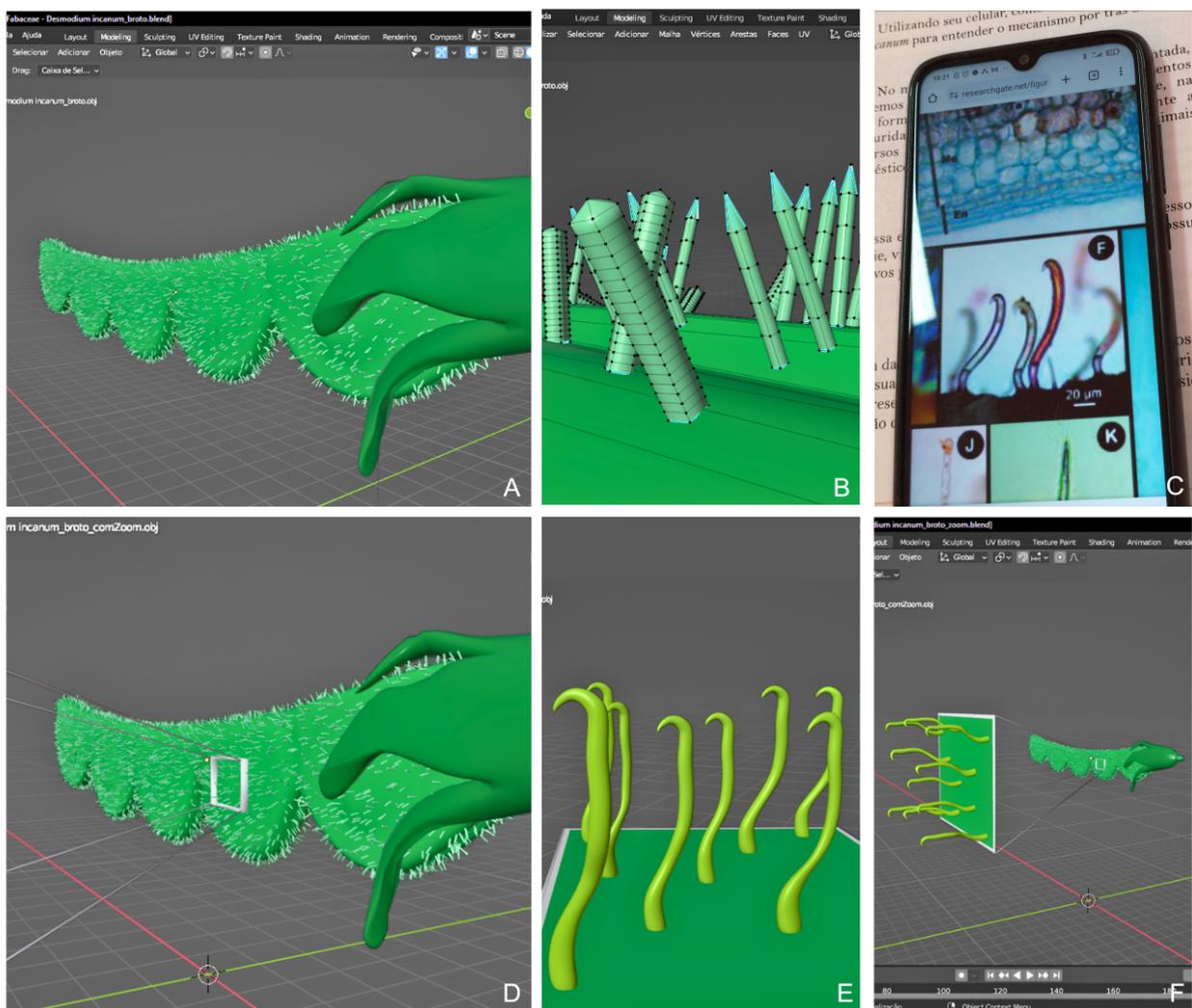
Por outro lado, a avaliação quanto à clareza e pertinência conceitual dos modelos tridimensionais e imagens em aumento de lupa, obteve média geral igual a 9,1, variando de 5 a 10 pontos na escala fechada. Ao analisar o questionário do painalista que classificou o tópico com nota cinco, dois comentários foram deixados.

Primeiramente, quanto à necessidade de indicar os nomes das estruturas diretamente sobre as imagens, por exemplo, na página 14, onde o conceito de espiguetas das Poaceae é trabalhado. De acordo com a especialista, mesmo sendo um PE destinado à mediação por profissionais da biologia, nem sempre os mesmos saberão os nomes das estruturas ali representadas, especialmente ao tratar de uma

família botânica com tantas peculiaridades como as Poaceae. Outra questão apontada pela mesma especialista, foi quanto à colocação dos nomes científicos das espécies embaixo de cada imagem. Questões pertinentes que também fizeram parte da remodelagem do PE.

Ainda na perspectiva técnica do PE, mas com um gancho para as questões conteudistas, somente uma alteração foi solicitada quanto à remodelação de um modelo tridimensional por questões morfológicas de uma espécie. A figura 24 ilustra a questão.

Figura 24 - Correção da morfologia dos tricomas do fruto de *Desmodium incanum*



Fonte: Próprio autor.

Conforme a figura 24, é possível observar, em A, o aspecto geral e, em B, a existência de dois tipos de tricomas no indumento do fruto de *Desmodium incanum*.

Entretanto, conforme pode ser observado na íntegra do questionário 5, a única painelistas com formação específica na área da botânica (Doutorado em Botânica), percebeu que o modelo não correspondia às características reais da espécie, visto que o modelo é utilizado para trabalhar a dispersão do fruto e sementes. Tal dispersão, aderindo-se às roupas ou pelagem de animais, só é possível em função da estrutura em forma de gancho, ilustrada pela painelistas com a imagem de referência apresentada em C da mesma figura. Nas imagens de D a F, é apresentado o modelo após a remodelagem do PE, em D o aspecto geral, e em E e F o zoom das novas características dos tricomas, agora adequados às características da espécie.

Na perspectiva da avaliação conteudista do PE, tem-se dois indicadores, que se referem aos conteúdos do PE e às especificidades dos conceitos de botânica.

Quanto ao primeiro subitem relacionado aos conteúdos, que avalia a contemplação, no PE, das habilidades elencadas pelo Documento Orientador Curricular de Santa Maria (Santa Maria, 2019), os painelistas conferiram a menor média do painel. Com 7,4 e pontuações variando de 3 a 10, o subitem foi o único que possuiu abstinências na votação, com 3 especialistas que acreditaram não ter como avaliar as habilidades pela falta de menção das mesmas no questionário, bem como, no PE. A questão das habilidades apareceu seis vezes nos questionários, com a indicação dos especialistas que tais habilidades fossem descritas na introdução do produto educacional.

Por último, o item que avaliou as especificidades dos conceitos de botânica trabalhados no PE, obteve a maior pontuação do painel de especialistas, com média geral igual a 9,8, e pontuações dos subitens variando de 9,4 a 10. Os subitens profundidade, clareza conceitual e suficiência dos conceitos de botânica, obtiveram médias iguais a 10, 10 e 9,9, satisfazendo os parâmetros elencados pelos painelistas e sem comentários específicos nos questionários.

A avaliação sobre a suficiência nos conceitos sobre o bioma Pampa obteve a menor média entre os subitens da especificidade dos conceitos de botânica, com 9,4 indo de 7 a 10 na escala fechada. Um dos painelistas conferiu 7 pontos ao subitem, entretanto, por não conter comentários específicos, nem mesmo informações no espaço para considerações livres, não foi possível avaliar quais pontos poderiam ser melhorados, para a remodelação do PE conforme as necessidades identificadas pelo especialista.



#### 4.2.1 Conclusões e Recomendações do Painel de Especialistas

Considerando a avaliação pelos especialistas e a remodelação após o painel, pode-se concluir que o produto educacional gerado nesta pesquisa, incluindo a parte impressa, bem como o aplicativo, com imagens em lupa e modelos tridimensionais, é de boa qualidade e possui potencial para auxiliar professores da educação básica na sistematização dos conhecimentos e na contribuição com o processo de aprendizagem por parte dos educandos, no contexto do ensino de botânica.

No geral, os especialistas contribuíram muito com as notas atribuídas e principalmente com os comentários nos subitens, bem como, no espaço para considerações livres. A diversidade de especialistas, que apesar de biólogos, em sua maioria mestres e doutorandos em Ensino de Ciências e Matemática, porém pesquisadores de diferentes perspectivas do ensino de ciências, proporcionou uma apreciação analítica baseada na realidade da sistematização dos conhecimentos de botânica na sala de aula.

No entanto, um ponto que chamou atenção para a necessidade quanto à existência de painelistas com formação específica na área da botânica, foi a correção das características morfológicas da *Desmodium incanum*, remodelação de extrema valia solicitada pela única especialista doutora na área da botânica. Ou seja, para uma avaliação que suporte as características de uma pesquisa multidisciplinar envolvendo botânica e a introdução das tecnologias digitais em sala de aula, faz-se necessário especialistas em três instâncias, botânica, ensino de ciências e tecnologias educacionais.

Como perspectiva para futuras análises, e encorajando os demais mestrandos do programa de pós-graduação em que foi desenvolvida esta pesquisa, havendo tempo hábil, o painel de especialistas pode ser aplicado em uma das turmas do PPG, em disciplinas como, por exemplo, seminário integrador.

Assim como em Struchiner *et al.* (1998), consideramos esta experiência muito importante para a apreciação e construção de um PE que envolve um sistema hipermídia para a sistematização dos conhecimentos em sala de aula. Além de avaliarem como especialistas e botânicos, os painelistas se colocam no lugar de

mediadores do conhecimento, bem como, dos educandos, percebendo o potencial no que diz respeito à motivação e engajamento dos educandos.

## 5 O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional contou com o desenvolvimento de 13 modelos tridimensionais e 13 imagens com ampliação de lupa, totalizando 26 conteúdos abordados com RA nas páginas do livreto. O livreto possui 29 páginas com conteúdos sobre famílias características do bioma Pampa (Poaceae e Fabaceae), mas também comparações com flores e estruturas bem conhecidas pelos educandos, como as flores e frutos da laranjeira (Rutaceae).

Fazem parte do desenvolvimento desta pesquisa, o livreto **“Botânica na Prática: Realidade Aumentada com espécies representativas do bioma Pampa”**, e o aplicativo para dispositivos móveis com sistema android **“RAbioma-Pampa”**, apresentados na figura 25.

Figura 25 - Produto educacional impresso e aplicativo para dispositivo móvel android



Fonte: Próprio autor.

Quanto ao desenvolvimento das imagens, a intenção era levar à sala de aula a experiência da utilização de um microscópio/lupa de aumento, sendo necessário coletar material vegetal, especialmente gramíneas, em período fértil, com objetivo

de trabalhar a percepção da riqueza escondida nas pequenas inflorescências da família Poaceae. Assim, teve que ser observada a fenologia das gramíneas, para que fossem levados ao laboratório material em flor para registrar em lupa de aumento.

A figura 26, a seguir, apresenta as fotografias e imagens em lupa que abordam a disposição das flores dos capins em inflorescências, sendo os conjuntos de flores dispostos em um ramo.

Figura 26 - Inflorescências das Poaceae em foto e lupa de aumento

#### Imagem do livreto



#### Correspondente em Realidade Aumentada



Fonte: Próprio autor.

Visto o objetivo de fazer os educandos perceberem a riqueza escondida nos pequenos capins, as imagens em lupa mostradas em RA ampliam em 20 vezes as estruturas reprodutivas de diferentes espécies de gramíneas, revelando diferentes cores, padrões e formas do conjunto das estruturas.

No mesmo sentido e, revelando mais detalhes, as inflorescências ganham maiores aumentos na figura 27, agora não só de suas estruturas, mas também de seus diásporos (unidade de dispersão característica das Poaceae).

Figura 27 - Inflorescências e diásporos das Poaceae em foto e lupa de aumento

**Imagem do livreto**



**Correspondente em Realidade Aumentada**



Fonte: Próprio autor (imagens em lupa registradas no Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi).

Construir um banco de dados para a elaboração de um aplicativo de RA requer alguns cuidados, por exemplo, quanto a competição pelos marcadores posicionados em uma mesma página. Na figura 27 são comparados os diásporos de sete diferentes espécies de gramíneas. Quando o banco de dados faz a leitura de um marcador e realiza a sobreposição da informação em RA, ele estabiliza as imagens de tal forma que é necessário um “esforço” do aplicativo para o reconhecimento de um novo alvo, necessitando que o usuário direcione a câmera para fora da página e novamente para o reconhecimento do alvo específico, se tornando uma experiência cansativa e não sendo possível comparar os diferentes diásporos lado a lado.

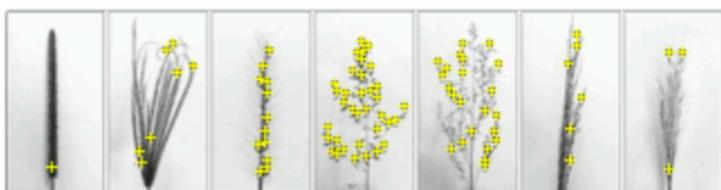
Para resolver tal problemática, o desenvolvimento de imagens de comparação deve compor uma unidade. No caso apresentado na figura 27, as

imagens das sete inflorescências foram salvas como uma única imagem para o *upload* no *Vuforia Engine*, bem como, a imagem correspondente para *upload* no *Unity*, foi construída no mesmo molde, respeitando a ordem das espécies e o tamanho de cada imagem.

Além disso, no decorrer do desenvolvimento foi percebido que reduções drásticas no tamanho das fotos originais, fazem com que o *Vuforia* classifique os alvos como de baixo reconhecimento. A figura 28, a seguir, ilustra esta situação.

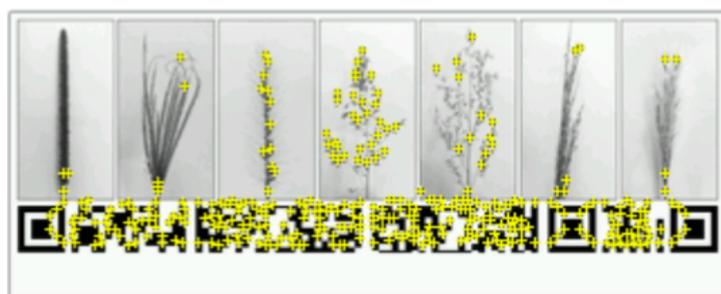
Figura 28 - Processamento de alvo no *Vuforia Engine*

### Imagem no Vuforia antes das modificações



Type: Image  
 Status: Active  
 Target ID: 3015ed90b6554bd884de58c70accf2ad  
 Augmentable: ★★★★★  
 Added: Oct 11, 2023 23:18  
 Modified: Oct 11, 2023 23:18

### Imagem no Vuforia após as modificações



Type: Image  
 Status: Active  
 Target ID: f54e16f6b64d4ce2aa08e258d8d151ae  
 Augmentable: ★★★★★  
 Added: Sep 24, 2023 18:07  
 Modified: Sep 24, 2023 18:07

Fonte: *Vuforia Engine*.

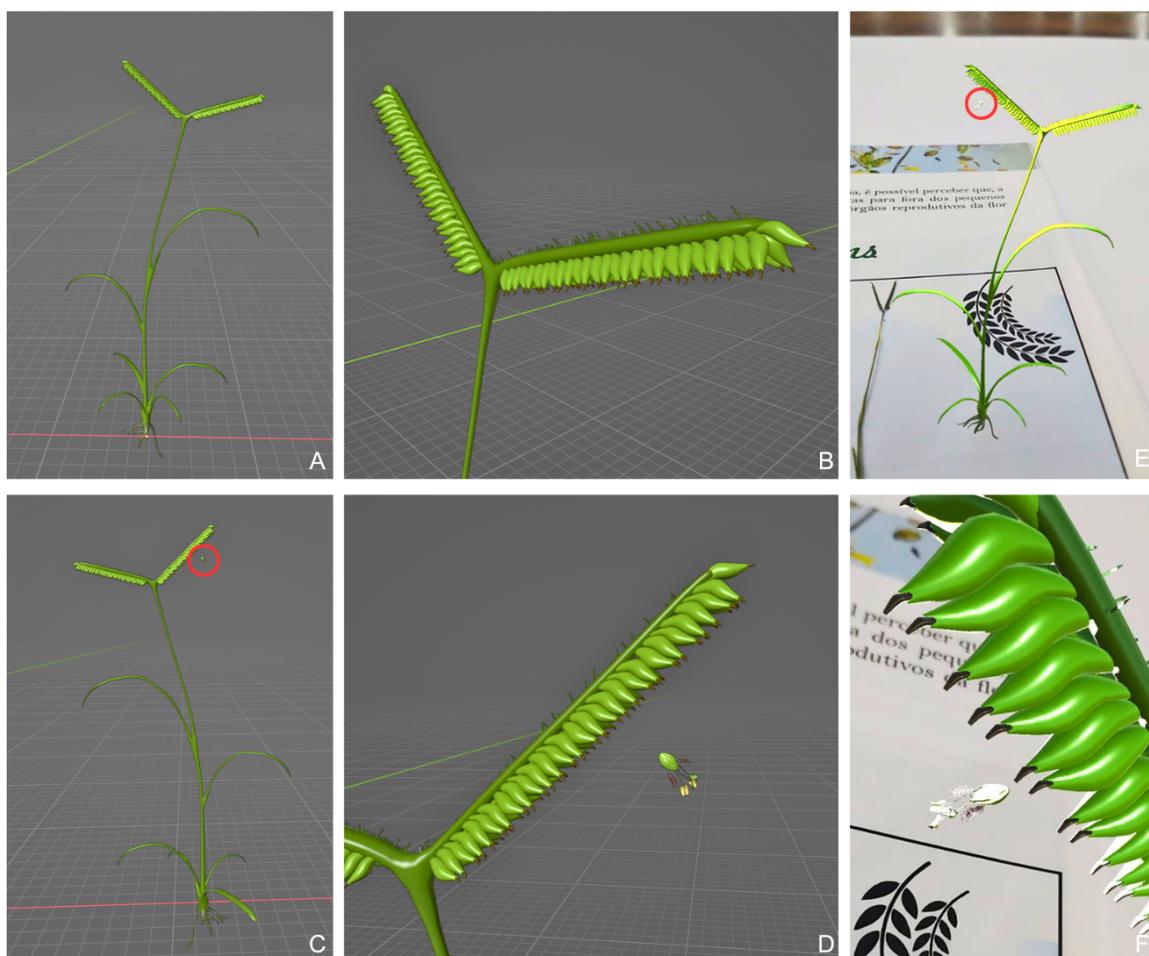
Os pontos amarelos apresentados na figura 28, mostram os contrastes identificados na imagem que o *Vuforia* pôde reconhecer na imagem para realizar a sobreposição dos modelos tridimensionais ou as imagens em aumento de lupa. Em “*Augmentable*”, o *software* apresenta cinco estrelas que mostram aos desenvolvedores a qualidade da imagem alvo selecionada. Na primeira imagem o *software* classificou o alvo como de mínima qualidade, ou seja, quando o aplicativo for instalado no celular, o mesmo terá muita dificuldade em reconhecer a imagem alvo para fazer a sobreposição.

Deste modo, a saída encontrada foi adicionar uma faixa contendo uma sequência no estilo QR Code. Nesse contexto, é importante observar que a imagem foi enviada para o *Vuforia* com uma margem em branco após a linha de QR Code, possibilitando o reconhecimento de mais pontos, visto que, mesmo com contrastes fortes entre o preto e o branco, o *Vuforia*, não reconhece contraste muito próximos às bordas da imagem. Na imagem após a modificação com QR Codes, é possível observar inúmeros pontos amarelos na linha adicionada, fazendo com que a imagem suba para a classificação de quatro estrelas, indicando o reconhecimento fácil pela câmera do dispositivo móvel.

Outro ponto importante a ser considerado, é quanto a utilização de dois formatos de arquivos para a construção de um mesmo banco de dados para RA. No produto educacional, além dos modelos tridimensionais, foram utilizadas imagens fotografadas em lupa de aumento, ou seja, arquivos em formato *obj* e *png*, o que gerou conflitos na hora da importação das imagens em *png*. para a *Unity*, visto que o primeiro passo para a elaboração de aplicativos em RA é a seleção do tipo de arquivo que deseja trabalhar, tendo que escolher entre 3D e 2D. Para a resolução desta problemática, as imagens em *png*. foram convertidas para a extensão *obj*.

Quanto aos modelos tridimensionais, o primeiro desenvolvido foi o de um capim completo, apresentado na figura 29. Na sequência estabelecida no produto educacional, o texto aborda o capim em detalhes facilmente visualizados ao observar a olho nu (raiz, folhas, haste e inflorescência), passando para comparações entre tamanho de uma flor-espiga, para então, abordar as estruturas da pequena flor.

Figura 29 - Modelos tridimensionais de *Paspalum notatum*



Fonte: Próprio autor (*Blender*).

As imagens A e B da figura 29, mostram o modelo completo da *Paspalum notatum*, utilizado no produto educacional para abordar as partes de uma planta. A partir deste, junto de imagens de lupa, são trabalhadas questões relacionadas às raízes, caule, folhas e às flores. Apesar de semelhantes, as imagens mostradas em C e D da mesma figura, apresentam o modelo utilizado para dar ciência aos educandos do tamanho das estruturas que serão trabalhadas dali em diante, comparando o tamanho entre um capim completo e uma única espiguetas. Em C um círculo vermelho deixa claro onde a espiguetas foi posicionada para a comparação dos tamanhos.

Nas imagens E e F da figura 29, são apresentadas capturas de tela do aplicativo RAbioma-Pampa. Em E tem-se uma visão geral do modelo comparativo e, por mais que o educando, em um primeiro momento, não perceba a existência de uma espiguetas, o texto do produto educacional alerta para a visualização da



espiguetas e a comparação de tamanho entre as estruturas, instigando o educando a realizar a aproximação do celular para melhor visualização dos detalhes da espiguetas.

Na sequência são trabalhados os objetos do conhecimento relacionados às flores de espécies da família Poaceae. Nos capins, as flores ficam no interior de estruturas chamadas espiguetas, que só lançam as partes masculinas e femininas para fora da estrutura quando estas estão em condições de polinização. Na figura 30 a seguir, é apresentada uma sequência de passos que envolvem a elaboração de um material autoral que envolva plantas e RA.

Figura 30 - Sequência de elaboração de imagem e modelo tridimensional



Fonte: Próprio autor.

Na figura anterior, de A a G são explorados os processos que envolvem a elaboração de um modelo tridimensional para RA com uma espécie e nível de

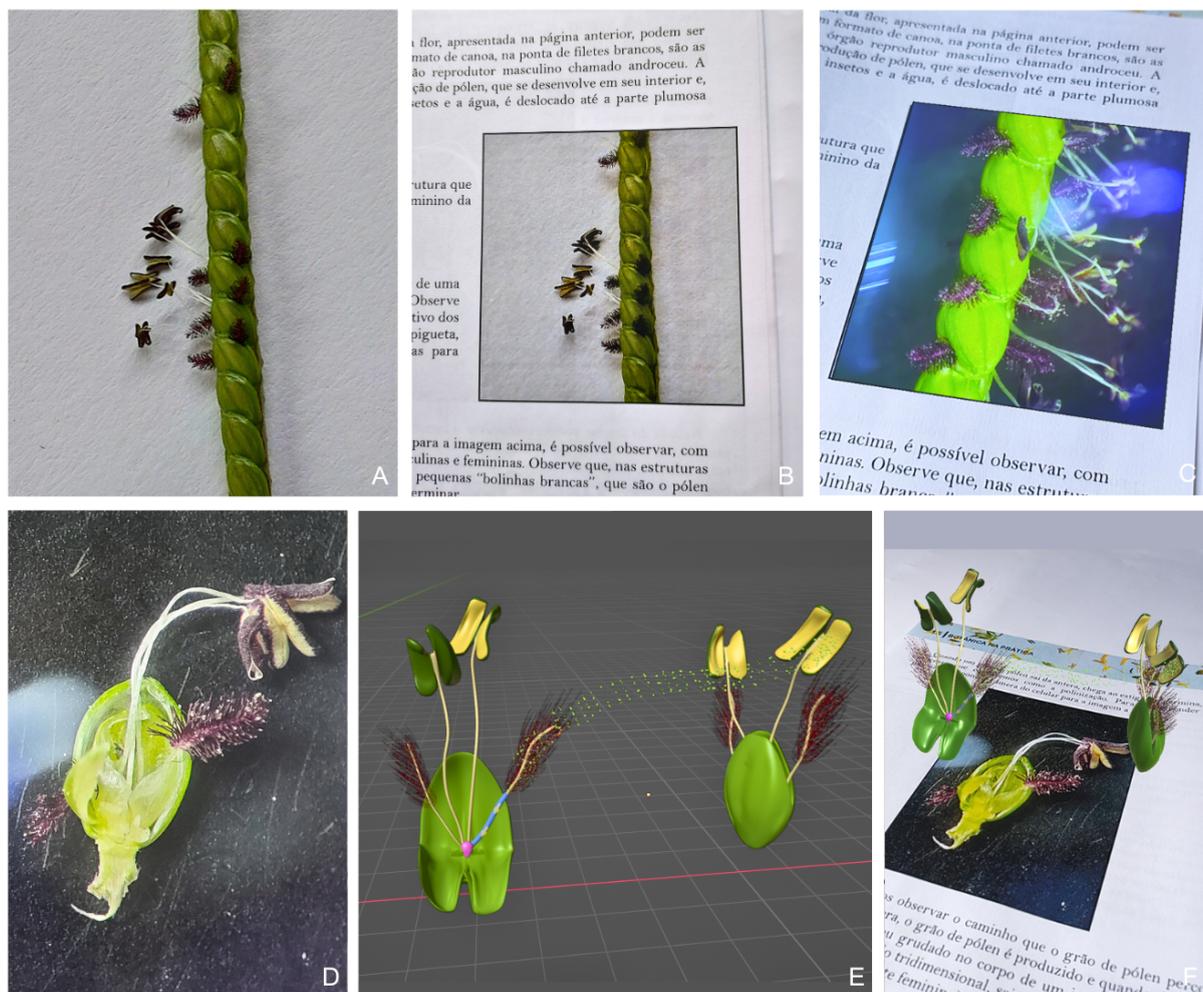
detalhamento que até então não havia registro. Sendo assim, e buscando maior autoridade no desenvolvimento da pesquisa, todos os modelos baseiam-se em registros fotográficos de plantas coletadas para esta pesquisa.

O processo inicia em A da figura 30, com a coleta de material adequado para fotografia. No caso das Poaceae, além do material estar em período fértil, o pesquisador precisa observar se as partes masculinas e femininas da flor estão para fora da espiguetta, como apresentado na imagem B da mesma figura. Já em C, dependendo da estrutura que se pretende apresentar em RA, a inflorescência precisa ser desmontada para expor tais estruturas e, devido ao tamanho reduzido das flores, é necessário utilizar agulhas para separar uma espiguetta da inflorescência sem desmanchar as anteras e o gineceu, por exemplo.

Na sequência, em D, o material é colocado na lupa de aumento, possibilitando o registro fotográfico das estruturas, que serão a base de referência para a modelagem tridimensional. Em E e F da mesma figura, são apresentadas a referência registrada em lupa e o modelo tridimensional desenvolvido. A imagem G, mostra uma captura de tela do dispositivo móvel, em que já foi realizada a elaboração do aplicativo com as ferramentas *Unity* e *Vuforia*.

Na sequência é trabalhado o conceito de polinização. A figura 31 a seguir apresenta as imagens e os modelos desenvolvidos.

Figura 31 - Abordagem sobre polinização do produto educacional



Fonte: Próprio autor.

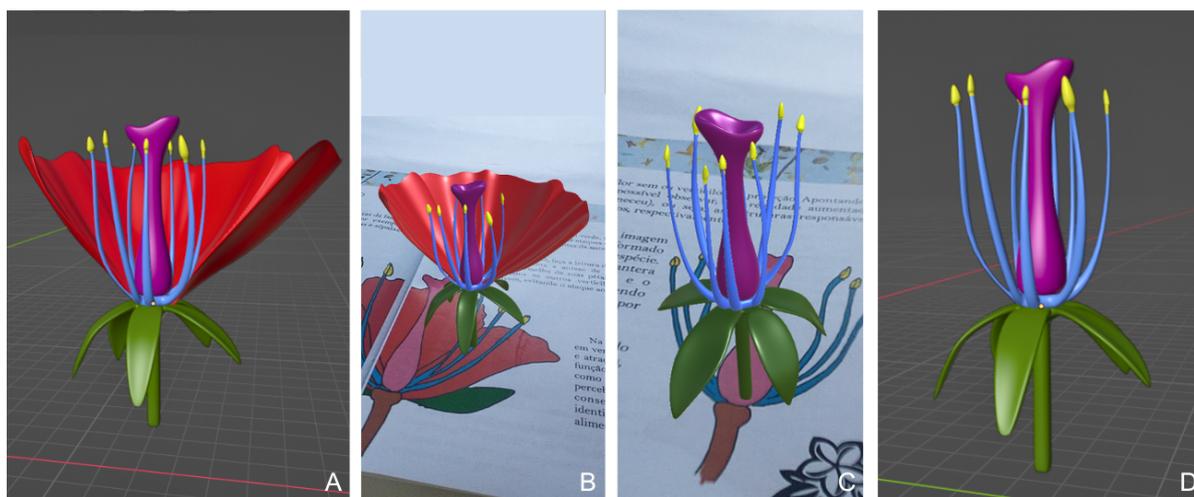
A figura apresentada mostra em A o ramo fértil de *Paspalum notatum*, selecionado devido à presença de partes masculinas e femininas das flores para fora das espiguetas. Nas imagens B e C da mesma figura, são apresentadas as imagens já no produto educacional, em B uma fotografia em macro, e em C uma aproximação com lupa de aumento, permitindo a visualização dos grãos de pólen aderidos ao estigma. Ainda trabalhando o conceito de polinização, a imagem D da figura 31 mostra a flor aberta de *Paspalum notatum*, seguidas do modelo desenvolvido em E, e do modelo sobreposto no alvo selecionado em F.

As flores do *Paspalum notatum* são chamadas de flores incompletas, uma vez que não possuem pétalas vistosas como a maioria das plantas ornamentais conhecidas. Nos estudos de botânica acredita-se que as pétalas foram reduzidas a estruturas chamadas lodículas, pequenas bolsas na base da flor que ao armazenar

água, auxiliam no processo de ejeção das partes masculinas e femininas para fora da espiguetta.

Em virtude das peculiaridades da flor do capim-forquilha, a sequência dos conteúdos aborda as flores completas, ou seja, compostas por todas as partes básicas de uma flor. A figura a seguir apresenta dois modelos, desenvolvidos para trabalhar as partes da flor completa.

Figura 32 - Modelos tridimensionais de uma flor completa



Fonte: Próprio autor.

Diferente dos modelos apresentados anteriormente, os mostrados em A e B da figura 32, não se baseiam em flores de espécies específicas, mas sim nos chamados modelos didáticos, que permitem a melhor visualização e compreensão das diferentes partes de uma planta. Em A e B da figura 32 é possível visualizar o modelo completo, utilizado para trabalhar a identificação das partes das plantas e, especialmente, a função das pétalas em vermelho, e das sépalas em verde, logo abaixo das pétalas. As imagens C e D da mesma figura, apresentam o modelo utilizado para trabalhar os órgãos reprodutivos masculino e feminino, com a parte feminina em lilás, e a masculina dividida nos filetes azuis e anteras amarelas.

Após trabalhar as partes e funções do gineceu, a espiguetta do capim-forquilha e a flor da laranjeira, são utilizados para apresentar diferentes estratégias utilizadas pelas plantas para a fixação dos grãos de pólen na parte receptiva do gineceu.

Figura 33 - Modelos tridimensionais comparando espiguetas de capim-forquilha e flor de laranjeira



Fonte: Próprio autor.

Na figura 33, a imagem A apresenta os modelos tridimensionais na visualização no *software* de modelagem *Blender* e, em B, já aparecem em RA sobre o alvo no PE. Em C da mesma figura, é ilustrado como o educando visualiza os modelos tridimensionais a partir de um dispositivo móvel.

Uma vez que o objetivo destes modelos é trabalhar as diferentes estratégias de fixação dos grãos de pólen no gineceu, é necessário que o educando possa realizar uma observação detalhada destas estruturas. Assim, as imagens D e E da figura 33 ilustram esta situação. Após a estabilização dos modelos tridimensionais sobre o alvo no PE, o usuário/educando pode realizar uma aproximação a cerca de milímetros entre o modelo virtual e o dispositivo móvel. Em D a aproximação é feita no estigma plumoso da espiguetas do capim-forquilha e, em E, a aproximação ocorre no gineceu globoso e pegajoso da flor de laranjeira.

Assim como no cenário apresentado acima, todos os modelos tridimensionais e imagens em lupa apresentados em RA, permitem uma aproximação considerável entre os objetos em RA e o dispositivo móvel, permitindo ao educando explorar as diferentes partes da planta que aparecem nas páginas do PE.

Diante da apresentação das diferenças entre a flor do capim-forquilha e da laranjeira, o conteúdo segue para as semelhanças entre as partes básicas da flor de ambas as espécies. Neste PE foi adotada uma sequência lógica para a sistematização do conhecimento, trazendo novos conteúdos e modelos tridimensionais, ancorando a nova informação em espécies e modelos já trabalhados nas páginas anteriores, conforme as premissas da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (AUSUBEL.; NOVAK; HANESIAN, 1980; OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUES, 2013).

Ainda no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa, a ideia de abordar a flor e o fruto da laranjeira, busca objetos do conhecimento cotidianos dos educandos, para servirem de subsunçores para a ancoragem de novas informações (OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUES, 2013). Ou seja, são trazidas questões de morfologia e funcionalidade das flores e dos frutos (diásporos) dos capins, entretanto, comparando com estruturas e funções da flor da laranjeira e da laranja.

Na sequência dos conteúdos, os modelos da flor e o fruto da laranjeira são apresentados para trabalhar a relação das flores com os frutos, bem como, a questão da dispersão das sementes.

Figura 34 - Modelos tridimensionais comparando espiguetas de capim-forquilha e flor de laranjeira



Fonte: Próprio autor.

Na página 24, especialmente, aparecem dois alvos com informações em RA, um contendo a flor da laranjeira e outro com uma laranja, permitindo ao educando alterar rapidamente entre a flor e o fruto. Nas imagens C e D da figura 34, aparecem os modelos tridimensionais da flor da laranjeira e da laranja, sobrepostos nos alvos da página.

Ainda aproveitando as questões relacionadas ao fruto, são trabalhados especificamente conceitos de dispersão de sementes, utilizando novamente a laranja e recuperando informações trabalhadas no capítulo da família botânica Poaceae. Então, o conceito de dispersão é trabalhado apresentando as diferentes estratégias entre as famílias Rutaceae (laranja) e Poaceae (capim). A imagem E da mesma figura apresenta como as estruturas aparecem sobrepostas no alvo da

página. Já que a intenção é realizar a comparação entre os dois tipos de frutos, os dois modelos foram adicionados sobre um mesmo alvo, e as imagens que aparecem na página 25 formam um único alvo.

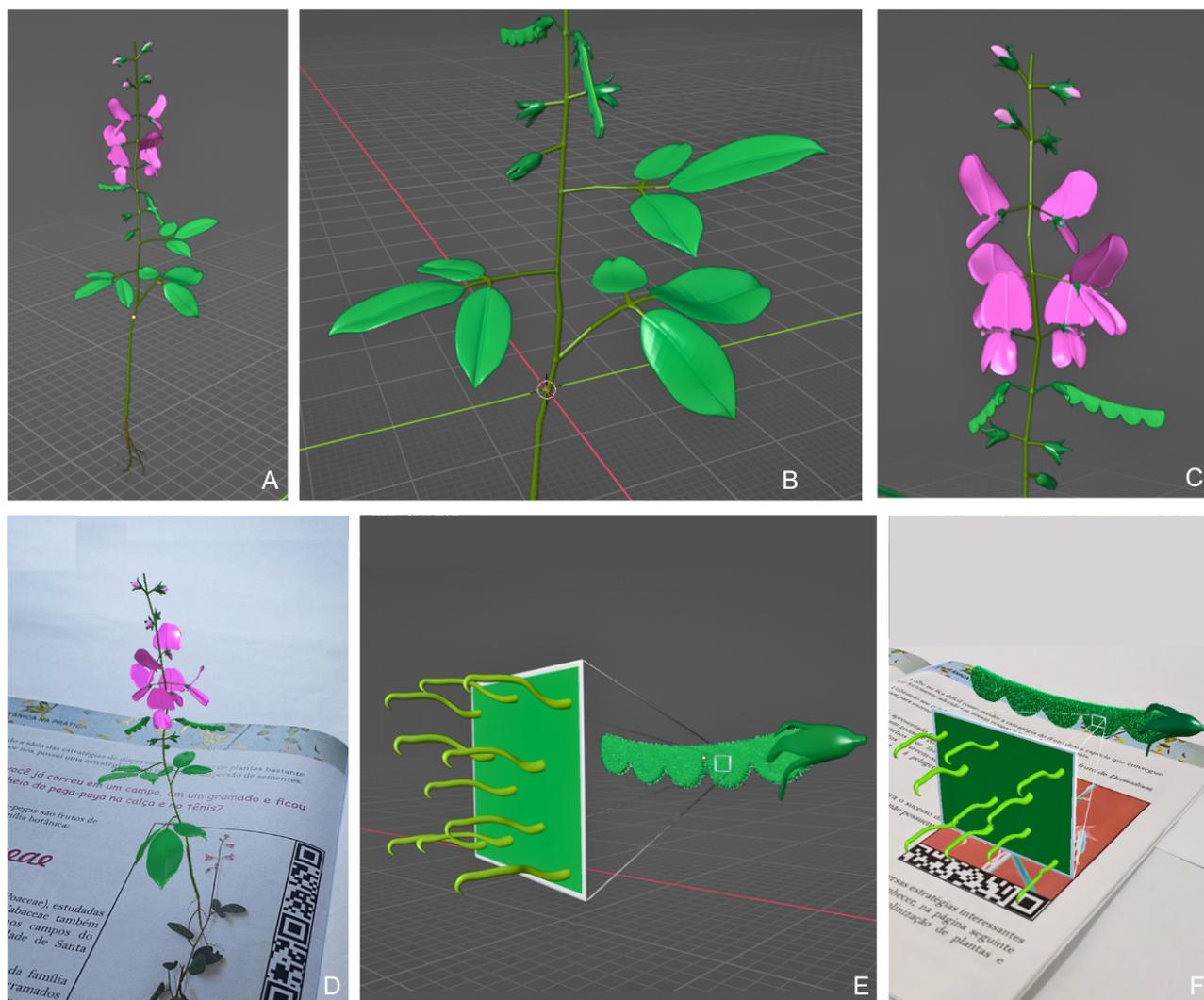
Por fim, a questão da dispersão dos frutos e sementes segue sendo trabalhada, agora com a *Desmodium incanum* (SW.) DC., espécie da família botânica Fabaceae, característica nos campos e gramados do bioma Pampa, inclusive crescendo de forma espontânea em canteiros em área urbana. Quando em fruto, a espécie é popularmente conhecida como pega-pega, justamente em função de seu mecanismo de dispersão.

Assim como a escolha das famílias anteriormente trabalhadas, a seleção desta espécie pautou-se no cotidiano dos educandos, mesmo aqueles que residem em área urbana, comumente têm contato ou já passaram pela experiência de remover pega-pegas dos calçados e barras das calças. Tal cenário, coloca o fruto do pega-pega como subsunçor para ancoragem das novas informações, sobre dispersão e características do indumento do fruto, estando, mais uma vez, de acordo com as premissas da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (AUSUBEL.; NOVAK; HANESIAN, 1980; OLIVEIRA; MACIAS; RODRIGUES, 2013).

A figura 35 apresenta as diferentes perspectivas trabalhadas a partir do desenvolvimento de dois modelos tridimensionais, sendo uma planta completa de *Desmodium incanum* e as especificidades de seu fruto.



Figura 35 - Modelos tridimensionais de *Desmodium incanum*



Fonte: Próprio autor.

Na imagem A da figura 35, aparece o modelo completo da *Desmodium incanum*. A sequência de imagens apresentadas na mesma figura, ilustra a complexidade e completude nos detalhes das características botânicas aplicadas ao desenvolvimento do modelo. Em B podem ser observados os detalhes da filotaxia alterna e as folhas compostas com três folíolos. Em C a sequência real de amadurecimento dos órgãos reprodutivos pode ser observada de cima para baixo, onde as primeiras flores estão em estágio inicial de desenvolvimento, passando para a abertura das flores, o desenvolvimento e a queda do fruto, permanecendo somente partes do cálice no ramo.

Ainda na figura 35, as imagens E e F, mostram o último modelo apresentado no PE. A dispersão do fruto do pega-pega ocorre em função de estruturas

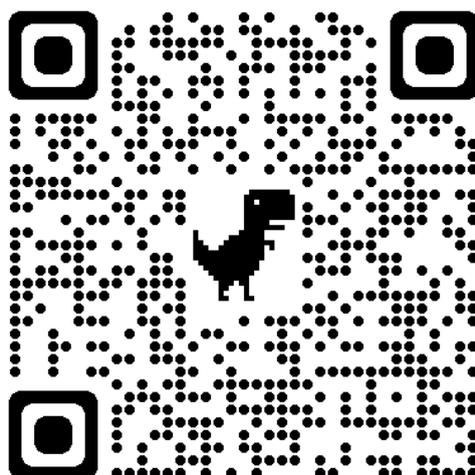
semelhantes a ganchos presentes na parede do fruto e por serem muito pequenas, apesar de presentes nos frutos do modelo apresentado na imagem A, mesmo com a aproximação entre o dispositivo móvel e o modelo tridimensional, não podem ser observadas em detalhes. Assim, a partir de correções realizadas pelo painel de especialistas, foi desenvolvido o modelo apresentado em E e F na Figura 35, com uma estrutura simulando uma imagem com zoom do indumento do fruto, onde podem ser percebidos os tricomas em formato de gancho.

Encerrando o PE, a partir de uma série de QR Codes, são apresentadas curiosidades sobre diferentes tipos de polinização e dispersão.

### 5.1 O Produto Educacional na Prática

Este capítulo dedica-se à experiência prática de utilização da RA a partir de alvos e modelos tridimensionais desenvolvidos nesta pesquisa. O QR Code a seguir (figura 36) leva para um site, onde é possível acessar o *apk* para a instalação do aplicativo RAbioma-Pampa, em dispositivos móveis com sistema operacional *Android*. É importante considerar que, apesar da data de publicação da pesquisa, o QR Code segue levando para o site que contém as atualizações do aplicativo desenvolvido.

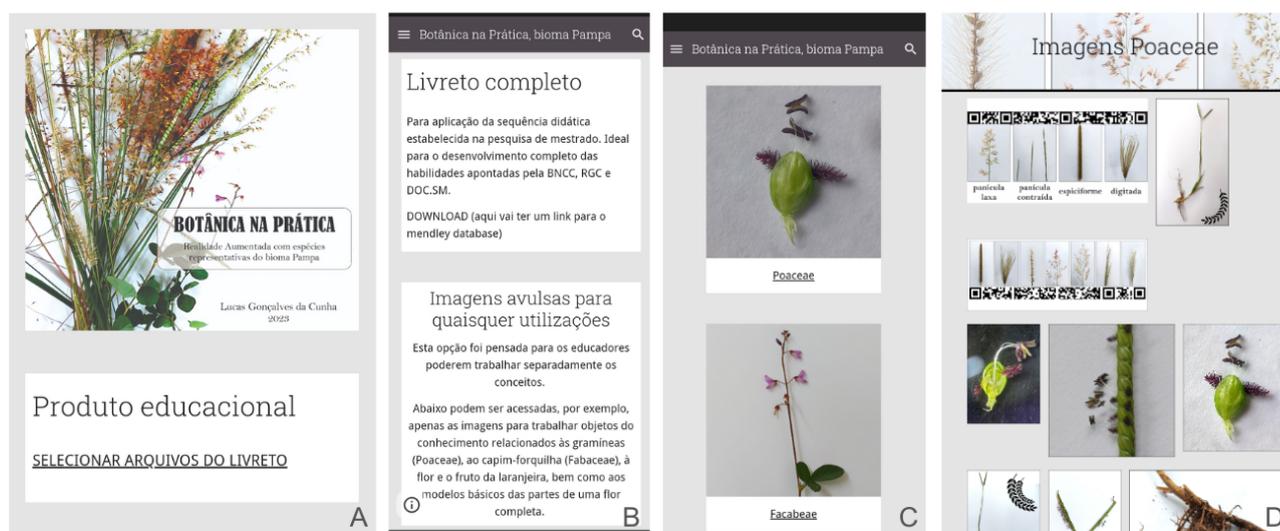
Figura 36 - QR Code com acesso ao site desenvolvido na pesquisa



Fonte: Próprio autor.

Além do PE completo e do acesso ao aplicativo, o site permite que o mediador selecione os alvos de acordo com aquilo que deseja trabalhar. Por exemplo, na aba “Produto Educacional”, como pode ser observado na imagem A da figura 37, existe a opção “selecionar arquivos do livreto. Em B da mesma figura, a tela apresenta as opções de acesso ao PE completo, bem como, às famílias Poaceae e Fabaceae separadamente em C.

Figura 37 - Páginas de acesso às imagens avulsas no site



Fonte: Próprio autor.

Na imagem D da figura 37, são apresentadas separadamente as imagens utilizadas como alvos para RA. Com o *Download* liberado, as imagens permitem aos mediadores a elaboração de seus próprios materiais para trabalho. Deste modo, um docente que planeja trabalhar somente a família Poaceae, pode baixar e utilizar, por exemplo, somente os alvos sobre a espiguetas e a polinização.

A figura 38 apresentada abaixo contém três alvos utilizados para trabalhar conceitos de botânica a partir da espécie *Paspalum notatum* da família Poaceae. Instalando o aplicativo e apontando para os alvos a seguir, podem ser visualizados os diferentes conteúdos em RA.

Figura 38 - Alvos para conteúdos com a espécie *Paspalum notatum*



Fonte: Livro Botânica na Prática.

Abrindo o aplicativo “RAbioma-Pampa” e apontando a câmera do celular para a imagem alvo apresentada em A, pode ser visto o modelo tridimensional da espiguetta, sobreposto na folha, caso esteja utilizando material impresso, ou diretamente sobre a tela do computador, case utilize a versão digital.

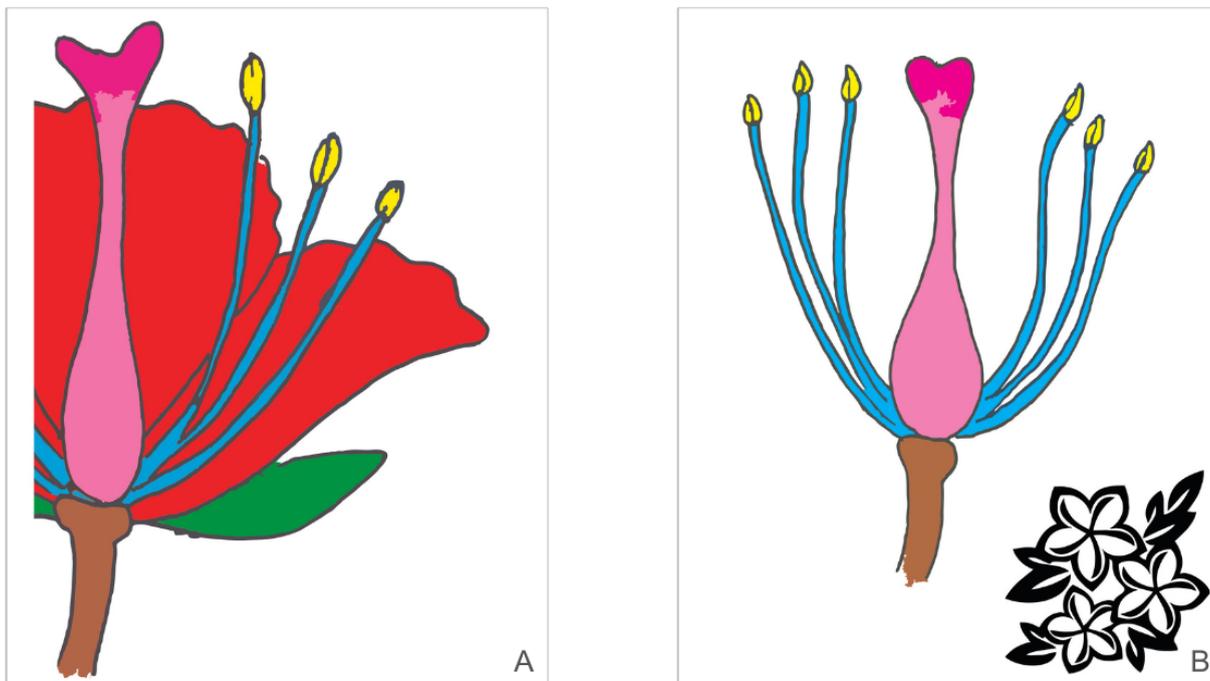
A imagem B da figura 38 exemplifica um dos objetivos do desenvolvimento deste material, levar à sala de aula a experiência da utilização de um microscópio. Ao observar a imagem sem o auxílio do aplicativo, são vistas as estruturas da flor do capim para fora da espiguetta. Ao apontar a câmera no aplicativo, uma imagem com zoom de lupa de 40 vezes é sobreposta na tela do celular, mostrando em maiores detalhes as partes reprodutivas, bem como, inúmeros grãos de pólen aderidos ao estigma plumoso.

Na sequência, em C da figura 38, o alvo apresenta o modelo tridimensional utilizado para trabalhar a polinização. Aponte a câmera do celular e veja o caminho do pólen da antera (parte do sistema masculino) até o ovário (parte do sistema feminino). A fim de observar todos os detalhes no modelo tridimensional, o celular pode ser aproximado do pólen, para a observação detalhada do pólen chegando ao estigma, bem como, seu caminho até o ovário em cor-de-rosa.

Além disso, no PE também a morfologia básica de uma flor é trabalhada a partir de modelos didáticos, que representam os verticilos de uma flor de maneira simplificada, focando no fácil entendimento em detrimento do foco em espécies

reais. A figura 39, a seguir, apresenta as imagens utilizadas como alvo de tais modelos.

Figura 39 - Alvos para conteúdos das partes das flores em modelo didático



Fonte: Livreto Botânica na Prática.

Ao apontar a câmera do aplicativo para a imagem A, é apresentado o modelo tridimensional da flor com todos os seus verticilos, seguido do modelo somente com os verticilos reprodutivos, ao apontar para a imagem B.

Na sequência, são comparadas a espiguetas do capim-forquilha e a flor da laranjeira. No alvo abaixo pode ser visualizada a comparação entre os modelos.

Figura 40 - Alvo para comparação entre as estruturas femininas das flores



Fonte: Livroto Botânica na Prática.

Nestes modelos as estruturas femininas são comparadas quanto às estratégias utilizadas para a fixação dos grãos de pólen na parte receptiva do gineceu (parte feminina da flor). Para ter uma experiência completa, aproxime o celular das estruturas, observando o estigma plumoso da parte feminina e o estigma globoso da flor da laranjeira.

Na sequência, são trabalhadas a relação entre flores e frutos. A imagem a seguir (figura 41) apresenta três alvos, com modelos tridimensionais da flor e do fruto da laranjeira e uma comparação com o diásporo de um capim.

Figura 41 - Alvo para conteúdos sobre a relação flor-fruto e a dispersão



Fonte: Livroto Botânica na Prática.

Ainda trabalhando a dispersão, mas agora a partir da espécie *Desmodium incanum*, o pega-pega, os alvos da figura 42 apresentam uma planta completa, com os órgãos reprodutivos em diferentes estágios de desenvolvimento, seguido do alvo que apresenta, em RA, o fruto e a ampliação dos tricomas responsáveis pela dispersão.

Figura 42 - Alvos para conteúdos sobre dispersão com a *Desmodium incanum*



Fonte: Livro Botânica na Prática.

Como pode ser observado neste capítulo, o produto educacional e seu aplicativo são de fácil instalação e utilização, com a leitura dos alvos e a sobreposição dos modelos tridimensionais de forma fluida.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais, podemos inferir uma importante perspectiva da realização de um curso de pós-graduação na área das tecnologias educacionais, o auxílio na formação tecnológica, inicial e continuada de professores. Especialmente em áreas mais específicas das tecnologias, como a RA, apesar da existência de aplicativos e recursos que abordam inúmeros objetos do conhecimento das ciências biológicas, a busca e a compreensão do seu funcionamento, apesar de simplificada, exige tempo e dedicação. No cenário das rotinas dos professores da educação básica, nem sempre há possibilidade para a busca de ferramentas e tecnologias que demandam tempo para sua busca, compreensão de funcionamento e adaptação às sequências de aulas e metodologias.

É importante frisar que tais capacitações só foram possíveis depois de uma série de atividades que possibilitaram o conhecimento sobre diferentes perspectivas da RA para a educação, seja a ciência da existência dos recursos e aplicativos, seja as questões relacionadas à introdução no contexto escolar com objetivo educacional. Dentre as atividades posso citar as pesquisas para o estudo do estado da arte dos objetos do conhecimento dessa dissertação, com a realização da Revisão Sistemática de Literatura, que pode ser acessada na íntegra [neste link](#), a participação dos cursos “Oficina Online de Games e Gamificação na Educação” e “Oficina de Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Educação” ambos promovidos pela Coordenadoria de Tecnologia Educacional da UFSM e pela Universidade Aberta do Brasil. E especialmente pela participação e aprovação na disciplina “Realidad Aumentada”, pertencente ao Doutorado em Ciências Informáticas da Universidad Nacional de La Plata, experiência proporcionada pelo Programa de Mobilidade da Associação de Universidades do Grupo Montevideú.

Quanto ao desenvolvimento, uma série de obstáculos foram percebidos no decorrer da elaboração do produto educacional, sendo os principais:

- Encontrar um modelador digital que reproduzisse espécies específicas de plantas;
- O custo atrelado ao desenvolvimento de cada modelo tridimensional;
- O tempo de desenvolvimento de cada modelo;
- O sucesso na fiel representação das estruturas botânicas;
- A dependência de terceiros para a conclusão da pesquisa; e



- A elaboração do aplicativo;

Nesse contexto, o desenvolvimento de um produto educacional que envolve a perspectiva botânica e o desenvolvimento de variados modelos tridimensionais, da coleta botânica à elaboração do aplicativo, demanda um espaço de tempo bastante grande, sendo possível que, no tempo normal de um mestrado, futuros pesquisadores tenham que realizar adaptações na forma de condução e, especialmente, de avaliação da sua pesquisa.

Particularmente o tempo de desenvolvimento dos modelos tridimensionais e a dependência de terceiros para a conclusão da pesquisa, considerando que não é o pesquisador quem desenvolverá os modelos, atrasa o cronograma de um estudo com pouco tempo para conclusão. Cada modelo, por exemplo, considerando as etapas de correções, sejam elas realizadas pelo pesquisador ou pelos orientadores, pode levar semanas para ficar conforme o esperado. Nesta pesquisa foram desenvolvidos 14 modelos, grande parte do tempo para conclusão pautou-se somente em tal desenvolvimento, não se podendo avançar etapas do cronograma sem a conclusão do desenvolvimento dos modelos.

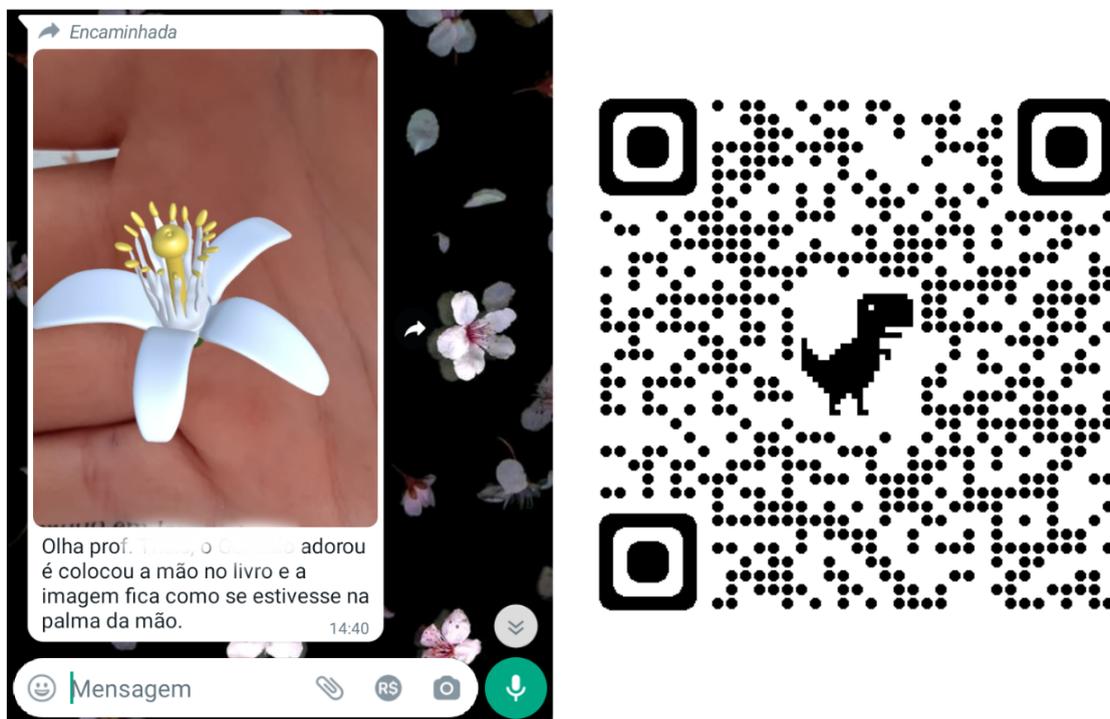
Quanto à avaliação, foi possível constatar que, apesar do produto educacional possuir limitações quanto ao sistema operacional e modelo do dispositivo móvel, as limitações são facilmente resolvidas com a adoção da atividade em dupla ou trio, sendo o produto educacional um recurso com potencial para o auxílio dos professores no ensino de botânica e no aumento do engajamento e na motivação pelo mundo da botânica.

Por essa razão, salienta-se a importância da utilização de metodologias diferenciadas para o ensino de botânica, e especialmente, de recursos que os professores possam utilizar como apoio para a prática pedagógica. Antes de pensar em uma metodologia ou sequência didática, para o engajamento dos educandos, pode ser pensado o desenvolvimento de recursos que motivem, em primeira instância, os professores e mediadores a tratar de certa temática através deste recurso.

Por fim, uma importante consideração mostra o quanto os alunos estão preparados para a utilização das tecnologias para a aprendizagem, indo além no sentido de perspectivas de utilização apontadas pelos pesquisadores. Na avaliação

do painel de especialistas, cada participante ficou com uma cópia do produto educacional, o feedback apresentado na figura 43 a seguir chamou atenção.

Figura 43 - Feedback de uma avaliadora do painel de especialistas



Fonte: Próprio autor.

Dentre todas as interações pensadas entre os educandos e os objetos do conhecimento trabalhados nesta pesquisa, nenhuma delas envolvia a utilização das mãos para a intervenção nos modelos. Uma painelista apresentou o produto educacional para o seu filho, que em pouco tempo de utilização percebeu poder interagir colocando a mão sobre o alvo da página do produto educacional.

Ao testar a possibilidade de interação apontada pelo filho de uma painelista, percebeu-se que é uma possibilidade, inclusive o aplicativo estabiliza o modelo tridimensional sobre a mão, que pode ser levemente movimentado, parecendo realmente estar sobre a mão do aluno. Tal cenário pode ser observado a partir do QR Code apresentado na figura 43.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de investir em tecnologias educacionais, especialmente para o trabalho com objetos do conhecimento que possuam histórico de problemáticas, seja em função da carga cognitiva dos

conteúdos, seja pelo histórico da utilização de metodologias engessadas e pouco estimulantes.

Apesar das dificuldades enfrentadas no desenvolvimento desta pesquisa, os objetivos da dissertação foram atingidos, foi desenvolvido um produto educacional com a tecnologia de Realidade Aumentada, considerando espécies características do bioma Pampa, com imagens de lupa e diversos modelos tridimensionais. O PE foi avaliado e remodelado conforme a opinião de especialistas na área do conhecimento das ciências biológicas e da botânica, e apontado como um potencial recurso para sistematização dos conhecimentos de botânica.

## 6.1 LACUNAS E OPORTUNIDADES

Nas considerações finais são apresentadas questões que envolvem o tempo necessário para desenvolver uma pesquisa com espécies de plantas, ou seja, dependendo de florescimento e frutificação, bem como, o desenvolvimento de modelos tridimensionais, dependendo da conclusão dos objetos por terceiros. Visto que o tempo de conclusão da pesquisa de mestrado é limitado, algumas lacunas ficam como oportunidades para o desenvolvimento futuro.

Como perspectivas futuras, podem ser avaliadas as percepções dos educandos diante da mediação dos conteúdos de botânica com o PE. Os questionários apresentados no [Apêndice B](#), foram desenvolvidos para o levantamento de dados pré e pós-teste sobre a percepção da botânica pelos educandos.

Na perspectiva de avaliação da qualidade dos conhecimentos previamente construídos pelos alunos, a necessidade de mensurar de forma mais sensível pontos específicos do ensino de botânica no Ensino Fundamental 1, levaram à elaboração de uma dinâmica na qual os educandos escrevem palavras relacionadas à botânica, que lembram conceitos e falas estudadas durante tal período. O objetivo da dinâmica é gerar uma nuvem de palavras, que pode ser comparada com outra nuvem gerada após a aplicação do produto educacional, com objetivo de constatar possíveis ganhos no vocabulário botânico associado ao contexto do bioma Pampa, por exemplo, com a citação dos nomes das famílias trabalhadas do PE (Poaceae, Fabaceae), os seus nomes comuns (gramíneas, capim, capim-forquilha, pega-pega).

Como lacunas e etapas futuras a serem exploradas, a partir do desenvolvimento desta pesquisa, as questões relacionadas a usabilidade, engajamento, motivação e Aprendizagem Ativa, serão avaliadas de acordo com Herpich *et al.* (2019).

O Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel (MAREEA) (HERPICH *et al.*, 2019), foi selecionado, dentre outros métodos de avaliação da inserção de tecnologias na educação, por ser desenvolvido especificamente para as tecnologias de RA.

De acordo com Herpich *et al.* (2019), o modelo MAREEA coleta dados de forma sistemática, possibilitando a análise da tecnologia no contexto dos objetivos pedagógicos, fazendo avaliar a intervenção sob a perspectiva de diferentes fatores de qualidade, sendo eles: usabilidade; engajamento; motivação; e Aprendizagem Ativa.

No contexto da inserção social, o desenvolvimento de um PE para o ensino de botânica no cenário do bioma Pampa e da educação básica, fomenta a ruptura da intercepção da importância e da existência das plantas no cotidiano dos educandos, sendo uma poderosa aliada para o desenvolvimento do senso de preservação dos habitats e das espécies que nele habitam.

Como principais inovações esta pesquisa desenvolveu um PE para o ensino de botânica com uma tecnologia (RA) que ainda não havia sido utilizada com espécies características do bioma Pampa. Além disso, o produto conta com diversos modelos tridimensionais e imagens de lupa mostrados em RA por um mesmo aplicativo, característica que não foi percebida noutros trabalhos analisados na revisão e no levantamento de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENEZI, A. The effects of using as anatomy 4D augmented reality applications on students performance in biology in Saudi Arabia. **Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION**, v. 17, n. 1, 2020.

ARSLAN, R.; KOFOGLU, M.; DARGUT, C. Develoment of Augmented Reality Application for Biologi Education. **Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION**, v. 17, n. 1, 2020.

ASSOCIAÇÃO NOVA ESCOLA. Fundação Lemann. São Paulo, SP, 2022. Disponível em: <[Planos de Aula alinhados à BNCC | Nova Escola](#)> Acesso em: 18 dez. 2022.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. **Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica**. 2018. Disponível em: <[Início \(mec.gov.br\)](#)> Acesso em: 04 dez. 2022.

BRASIL. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Terceiro e quarto Ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BILLINGHURST, M. Augmented reality in education. **New horizons for Learning**. 2002. Disponível em: [EJ1212280.pdf \(ed.gov\)](#) Acesso em: 28 novembro 2022.

CARDOSO, A. P.; REGO, B. Metodologias de investigação na formação de professores: a investigação-ação e o estudo de caso. **Olhares sobre a Educação: em torno da formação de professores**. 2017. Disponível em: <[Invest. Ação e Estudo Caso 2017.pdf \(ipv.pt\)](#)> Acesso em: 18 dez. 2022.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CARVALHO, F.; IVANOFF, G. B. **Tecnologias que educam: ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação**. São Paulo: Pearson, 2010.

CASTRO FILHO, J. A.; FREIRE, R. S.; MAIA, D. L. Estudo de caso como método de pesquisa em informática na educação. *In*: PIMENTEL, M.; SANTOS, E. **Metodologia de pesquisa científica em informática na educação: abordagem qualitativa**. Porto Alegre: SBC, 2021.

CELIK, C.; GUVEN, G.; CAKIR, G. K. Integration of mobile augmented reality (MAR) applications in biology laboratory: anatomic structure of the heart. **Research in Learning Technology**, v. 28, p. 1-11, 2020.

CHANG, R.; SHIANG, Y. Z. Using augmented reality technologies to enhance students' engagement and achievement in science laboratories. **International Journal of Distance Education Technologies**. v. 14, n.4, 2018.

CUNHA, L. G.; SOUZA, V. S. Limitação botânica: uma lacuna no ensino e aprendizado da biodiversidade. *In*: RIOS, J. A. V. P.; PEREIRA, L. A. **Cenários e Perspectivas da Profissão Docente**, Curitiba: Brazil Publishing, 2021, p. 309-315.

DINARDI, A. J.; OLIVEIRA, M. J. D.; MEDINA, C. C. B.; CASTRO, L. R. B. O uso do qr code como ferramenta para o ensino de botânica em espaço não formal de educação. **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira**, v. 10, n. 23, 2021. Disponível em: <[O USO DO QR CODE COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA EM ESPAÇO NÃO FORMAL DE EDUCAÇÃO | Dinardi | e-Mosaicos](https://www.uerj.br/revista-multidisciplinar-de-ensino-pesquisa-extensao-e-cultura-do-instituto-de-aplicacao-fernando-rodrigues-da-silveira) | [uerj.br](https://www.uerj.br)> Acesso em: 04 dez. 2022.

ESPOLADOR LEITÃO, C. A.; SILVA, K. F.; CARMO, E. M. Botânica em foco: atividade de anatomia vegetal para práticas no Ensino Fundamental e Médio. **Revista de Educación em Biología**, v. 25, n. 1, 2022.

ERBAS, C.; DEMIRER, V. The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. **J. Computer Assisted Learning**, v. 9, n. 1, 2019.

EXPERIÊNCIA SOLO - VÍDEO AULA 106 - OFICINA INFANTIL (2020). vídeo (4:38 min). Publicado pelo canal Libertas Permacultura. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yVVIL-bjCts>> Acesso em: 14/12/2022.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das equações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FREITAS, K. C.; VASQUES, D. T.; URSI, S. Panorama da abordagem dos conteúdos de Botânica nos documentos norteadores da Educação Básica brasileira. *In*: VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C.; URSI, S. **Aprendizado ativo no ensino de botânica**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, 2021.

FUCHSOVA, M.; KORENOVA, L. Visualization in basic science and engineering education of future primary school teachers in human biology education using augmented reality. **European Journal of Contemporary Education**. v. 1, n. 2, 2019.

GARZÓN, J. C. V.; MAGRINI, M. L.; GALEMBECK, E. Using augmented reality to teach and learn biochemistry. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 45, n. 5, 2017.

GNIDOVEC, T.; ZEMLJA, M.; DOLENEC, A.; TORKAR, G. Using augmented reality and structure-behavior-function model to teach lower secondary school students about the human circulatory system. **Journal of Science Education and Technology**, v. 29, 2020.

HERPICH, F.; BOS, A. S.; KUHN, I.; GUARASE, R. L. M.; TAROUCO, L. M. R.; WIVES, L. K.; ZARO, M. A. Atividade cerebral no uso de recursos educacionais em realidade aumentada: uma análise da atenção do aprendiz. *In*: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2018, **Anais** [...]. 2018.

HERPICH, F.; NUNES, F. B.; LIMA, J. V.; TAROUCO, L. M. Mundos virtuais e realidade aumentada no âmbito educacional: reflexões e perspectivas. *ReTER*, v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <[MUNDOS VIRTUAIS E REALIDADE AUMENTADA NO ÂMBITO EDUCACIONAL: REFLEXÕES E PERSPECTIVAS | Revista Tecnologias Educacionais em Rede \(ReTER\) \(ufsm.br\)](#)> Acesso em: 19 dez. 2022.

HERPICH, F.; NUNES, F. B.; PETRI, G.; NICOLETE, P.; TAROUCO, L. M. R. Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada. **RENOTE**, v. 17, n. 1, 2019. Disponível em: <[Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel | RENOTE \(ufrgs.br\)](#)> Acesso em: 19 dez. 2022.

HOOG, T. G. et al. Rapid deployment of smartphone-based augmented reality tools for field and online education in structural biology. **Biochem Mol Biol Educ**, v. 4, n.1, 2020.

HUANG, T. C.; CHEN, C. C.; CHOU, Y. Animting eco-education; to see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. **ELSEVIER - Computers & Education**, v. 96, p. 72-82. Disponível em: [Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment - ScienceDirect](#) Acesso em: 23 fev. 2023.

IFTENE, A.; TRANDABAT, D. Enhancing the Attractiveness of Learning through Augmented Reality. **International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering System**, 2018.

I SIMPÓSIO SOBRE O ENSINO DE BOTÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA - SEBEN. 1, 2022, Online. Disponível em: <[I Simpósio Sobre o Ensino de Botânica na Educação Básica \(even3.com.br\)](http://www.even3.com.br)> Acesso em: 04/12/2020

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **Evidence-Based Software Engineering (EBSE)**. Keele: Keele University, Durham: University of Durham. Relatório Técnico 2007.

KLETTEMBERG, J. S.; TORI, R.; HUANCA, C. M. Perspectivas mundiais sobre a realidade aumentada nos anos iniciais da educação básica. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 827-845, 2021.

KOUZI, M.; MAO, A.; ZAMBRANO, D. An educational augmented reality application for elementary school students focusing on the human skeletal system. **IEEE-Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces**, 2019.

LIMA, L. A.; COLAÇO, N. J. O.; LIMA, R.; CASEMIRO, T. C.; CASTRO, L. H.; PANTOJA, L. D.; PAIXÃO, G. C. “Musicalizando a biologia”; cantando e encantando através de paródias. **Rev. Ciênc. Ext.**, v. 14, n. 2, p. 147-158, 2018.

MAGALHÃES, C. A. O.; BATISTA, M. C. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 1. ed. Maringá: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

MANN, M. S. **O ensino das plantas na educação básica: percepções e desafios do docente em escolas no município de Alegrete (RS, Brasil)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria, RS, 2004.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução herança**. Brasília. DF: Editora Universidade de Brasília. 1998.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EDUSER: revista de educação**, v. 2, n. 2, p. 49-65, 2010. Disponível em: [Visualização de O estudo de caso como estratégia de investigação em educação \(ipb.pt\)](http://www.ipb.pt) Acesso em: 23 fev. 2023

MOTOKANE, M.; KAWASALI, C. S.; OLIVEIRA, L. B. Por que a biodiversidade pode ser um tema para o ensino de ciências? in: MARANDINO, M. MONACO, L. M.; OLIVEIRA, A. D. **Olhares sobre os diferentes contextos da biodiversidade: pesquisa, divulgação e educação**. SP: GEENF/FEUSP/INCTTOX, 2010.

NASCIMENTO, B. M.; DONATO, A. M.; SIQUEIRA, A. E.; BARROSO, C. B.; SOUZA, A. C. T.; LACERDA, S. M.; BORIN, D. C. Propostas pedagógicas para o



ensino de botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017.

NOBNOP, R.; THONGPAENG, Y.; CHAIUT, N Doctor Herb, the herbal augmented reality application. **ECTI DAMY & NCON**, 2020.

NUANMEESRI, S. The augmented reality for teaching thai students about the human heart. **IJET**, v. 13, n. 6, 2018.

OLIVEIRA, E. F. Ensino de geografia e educação 4.0; caminhos e desafios na era da inovação. **Revista Amazônica Sobre Ensino de Geografia**, v. 1, n.1, p. 62-72, 2019.

OLIVEIRA, J. F. C.; FREIXO, A. A. Contribuições de um herbário escolar para o ensino de ciências no contexto da educação do campo. **C&D-Revista Eletrônica da FANOIR**, v. 12, n. 2, 2019.

OLIVEIRA, A. B.; MACIAS, L.; RODRIGUEZ, R. C. C. M. A realidade aumentada como recurso para o desenvolvimento da aprendizagem significativa sobre o processo de frutificação. [...] **Anais Erebio**, 2013.

OTTO, R. S.; BERTOLINI, C. 2020. Realidade virtual e aumentada no Ensino de Biologia: um estudo de caso nas séries iniciais do ensino fundamental. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Computação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020. Disponível em: [Realidade virtual e aumentada no ensino de biologia: um estudo de caso nas séries iniciais do ensino fundamental | Manancial - Repositório Digital da UFSM](#) Acesso em: 28 nov. 2022.

PEDRINI, A. G.; URSI, S. **Metodologias para ensinar botânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital Editora, 2022.

PEDRO, J. M. A.; MIRANDA, K. M. F.; COSTA, F.J. Uso de jogo digital como metodologia alternativa para o ensino de plantas medicinais: um estudo em uma escola estadual de Minas Gerais. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 7, n.13, 2015.

PIGATTO, A. G. S.; TAMIOSSO, R. T.; SOUZA, T. T.; GOMES, S.; FABRICIO, L. E. O. Sequencia didática para o estudo das flores. Universidade Franciscana, Santa Maria, ed. 1ª, 2018. Disponível em: [Sequencia didatica para o estudo das flores.pdf \(capes.gov.br\)](#) Acesso em: 23 fev. 2023.

PETERSON, C. N.; TAVANA, S. Z.; AKINLEYE, O. P. An idea to explore: Use of augmented reality for teaching three-dimensional biomolecular structures. **Biochem Mol Biol Educ**. v. 7, n.1, 2019.



SANTOS, L. M.; SILVA, K. M. A. O ensino de Ciências Biológicas na Base Nacional Comum Curricular: uma análise a partir dos pressupostos teóricos da educação cts. **Revista Triângulo**, v. 14, n. 3, p. 94-112, 2021. Disponível em:

<<https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/5554/5798>> Acesso em: 04 dez. 2022.

SAVITRI, N. ARIS, M. W. SUPIANTO, A. A. Augmented reality application for science education on animal classification. *In: International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology*, 2019.

SEVERINO, A. J. A busca do sentido da formação humana: tarefa da Filosofia da Educação. **Educ: Pesqui.** v. 32, n. 3, p. 619-634, 2006.

SILVA, M. J. 2019. **Biologia no ensino médio: uma proposta de ensino por meio da produção de games**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: <[Dissertacao-Corrigida\\_Marbyo\\_Versao\\_Final\\_03.12.19.pdf \(ufmg.br\)](#)> Acesso em: 04 dez. 2022.

SILVA, M. O. Diários de aula: a experiência no curso de tecnologia em gestão de recursos humanos. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 1, n.2, p. 198-215. 2010.

SILVA, V. T.; AOYAMA, E. M. Desafio da imagem; uso da fotografia no processo de ensino-aprendizagem de botânica. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 14, n. 1, 2021.

SILVA, M. L. O.; SILVA, M. T. O.; SANTO, A. C. E.; LEGEY, A. P. Processos de (re)construção de significado em aulas de campo úbiquas para o desenvolvimento da alfabetização científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, 2021.

SILVA, S. A.; VASCONCELOS, R. S.; CAMPOS, P. S. Industry 4.0; a theoretical contribution to the current scenario of technology in Brazil. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 19, n. 5, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/493> Acesso em: 16 fev. 2023.

SOUZA, T. P. Importância de aula de campo no ensino de botânica para o ensino médio. *In: Seminário de Formação do Cefapro*, Rondonópolis - Mato Grosso, nov, 2019.

STRUCHINER, M.; RICCIARDI, R. M. V.; VETROMILLO, V. P. Painel de especialistas no processo de apreciação analítica de sistemas hipermédia para o ensino de graduação. *IN: Anais do IV Congresso RIBIE*, Brasília, 1998.

TARNG, W.; LIANG, K. A Study os Campus Butterfly Ecology Learning System based on Augmented Reality and Mobile Learning. **International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education**, 2012.

TORI, R. Educação sem distância; as tecnologias interativas na educação sem distância em ensino e aprendizagem. 3ª ed, São Paulo: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre; SBC, 2020.

VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C.; URSI, S. **Aprendizado ativo no ensino de botânica**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, 2021.

VERDES, A.; NAVARRO, C.; CAMPOS, P. A. Mobile learning applications to improve invertebrate zoology online teaching. **Invertebrate Biology**, 2021.

WANDERSEE, J.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, St. Louis, v. 47, n. 1, 2002. Disponível em: [https://cms.botany.org/userdata/IssueArchive/issues/originalfile/PSB\\_2001\\_47\\_1.pdf](https://cms.botany.org/userdata/IssueArchive/issues/originalfile/PSB_2001_47_1.pdf)  
Acesso em: 14 dez. 2022.

WANG, P.; LIN, H.; WANG, S.; HOU, H. The development and evaluation of an educational board game with augmented reality integrating contextual clues as multi-level scaffolding for learning ecosystem concepts. *In: IEEE International Conference on Consumer Electronics*, 2019.

WERLE, C.; SILVA, D. S.; REIS, K. R.; SOUZA, M. C.; RISSON, V.; CUNHA, G. F.; BOAS, V. V. Livro de Artista: uma possibilidade para a promoção da alfabetização científica e tecnológica em arte e ciência. v. 8, n. 2, **Scientia cum industria**, p. 62-68, 2020.

WILDAN, A.; CHEONG, B. H.; XIAO, K.; LIEW, O. W. Growth measurement os surface colonies of bacteria using augmented reality. **Journal os Biological Education**, v. 54, n. 4, 2019.

WILUJENG, S.; CHAMIDAH, D.; WAHYUNINGTYAS, E. The use of augmented reality to introduce Wijaya Kusuma flower. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**, v. 349, 2019. Disponível em:

<https://www.atlantis-press.com/proceedings/iccd-19/125919137> Acesso em: 17 fev. 2023.

WU, H. K.; LEE, S. W.; CHANG, H.; LIANG, J. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & Education**, v. 62, p. 41-49, 2013.

YEE, C. M.; ABÁSULO, M. J. **Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas**. 1. ed. Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata, 2011.

ZABALZA, M. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZORZAL, E.R.; JORGE, J. A. P.; COSTA, G. G. Desafios e aplicações da Realidade Aumentada Móvel na educação. **RENOTE**, v. 16, n. 2, 2018.

## APÉNDICE

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO NO PAINEL DE ESPECIALISTAS**

APLICADO COM PROFESSORES E PESQUISADORES DE CIÊNCIA BIOLÓGICAS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE FRANCISCANA EM 2023.

**Questionário para os especialistas****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIMENTO (TCLE)****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA****CENTRO DE EDUCAÇÃO****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS EM REDE - MESTRADO PROFISSIONAL**

Você está sendo convidado (a) a responder a um questionário que faz parte do Projeto de Pesquisa do Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede que tem como título: **DO MACRO AO MICRO: USO DA REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA COM ESPÉCIES REPRESENTATIVAS DO BIOMA PAMPA** do Mestrando Lucas Gonçalves da Cunha.

A pesquisa tem como objetivo: Analisar a utilização do recurso pedagógico com Realidade Aumentada, elaborado para o ensino de botânica no contexto da educação básica.

Assumimos a responsabilidade de não publicar nenhum dado que comprometa o sigilo ou quaisquer informações que permitam a identificação dos participantes.

Desde já agradecemos a sua colaboração

Atenciosamente,

Lucas Gonçalves da Cunha - Mestrando em Tecnologia Educacionais em Rede

Felipe Becker Nunes - Orientador

**Você está sendo convidado a participar de forma voluntária desta pesquisa.**

( ) Compreendi as informações sobre a pesquisa e concordo em participar e responder aos questionários.





## Perspectiva conteudista do Produto Educacional

### Conteúdos do sistema

Contemplanção das habilidades apontadas  
pelo Documento Orientados Curricular de SM:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Especificidades dos conceitos de botânica:

Profundidade:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Clareza conceitual:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Suficiência de conceitos de botânica:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Suficiência de conceitos do bioma Pampa:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Considerações livres:

**APÊNDICE B - INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO PRÉ E PÓS-TESTE  
APLICÁVEL AOS EDUCANDOS.**

**Instrumentos de avaliação para os educandos**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIMENTO (TCLE)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS EM  
REDE - MESTRADO PROFISSIONAL**

Você está sendo convidado (a) a responder a um questionário que faz parte do Projeto de Pesquisa do Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede que tem como título: **DO MACRO AO MICRO: USO DA REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA COM ESPÉCIES REPRESENTATIVAS DO BIOMA PAMPA** do Mestrando Lucas Gonçalves da Cunha.

A pesquisa tem como objetivo: Analisar a utilização do recurso pedagógico com Realidade Aumentada, elaborado para o ensino de botânica no contexto da educação básica.

Assumimos a responsabilidade de não publicar nenhum dado que comprometa o sigilo ou quaisquer informações que permitam a identificação dos participantes.

Desde já agradecemos a sua colaboração

Atenciosamente,

Lucas Gonçalves da Cunha - Mestrando em Tecnologia Educacionais em Red

Felipe Becker Nunes - Orientador

**Você está sendo convidado a participar de forma voluntária desta pesquisa.**

( ) Compreendi as informações sobre a pesquisa e concordo em participar e responder aos questionários.

**Instrumento de Avaliação - Pré-teste educandos**

Cite três palavras que você acredita estarem relacionadas com a botânica:

**Instrumento de Avaliação - Pós-teste educandos**

Cite três palavras que você acredita estarem relacionadas com botânica:

## Questionário da Pesquisa - Pós-teste educandos - MAREEA

### MAREEA - Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches

Nome do aplicativo:	
Nome da Instituição:	
Disciplina / Série / Turma:	
Faixa etária:	<input type="checkbox"/> Menos de 10 anos <input type="checkbox"/> 10 a 14 anos <input type="checkbox"/> 15 a 19 anos <input type="checkbox"/> 20 a 24 anos <input type="checkbox"/> 25 a 29 anos <input type="checkbox"/> 30 a 34 anos <input type="checkbox"/> 35 a 39 anos <input type="checkbox"/> 40 a 44 anos <input type="checkbox"/> 45 a 49 anos <input type="checkbox"/> Mais de 50 anos
Sexo:	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino

Afirmações	Assinale a opção que melhor representa a sua avaliação				
	Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo, nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aprender a usar este aplicativo de realidade aumentada foi fácil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada é fácil de usar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A forma de usar este aplicativo de realidade aumentada é fácil de entender.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado neste aplicativo de realidade aumentada é claro e legível.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada torna difícil que eu cometa erros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Em caso de erro no aplicativo, eu consigo me recuperar rápido dele.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A interface deste aplicativo de realidade aumentada é atraente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu gosto da informação gráfica apresentada neste aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada vale a pena.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minha experiência com este aplicativo de realidade aumentada foi gratificante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu me senti envolvido nas tarefas deste aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A experiência de aprendizagem com este aplicativo de realidade aumentada foi divertida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada despertou minha curiosidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu me interessei por este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu estava tão envolvido na tarefa com este aplicativo de realidade aumentada que perdi a noção do tempo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu ignorei as coisas ao meu redor quando eu estava usando este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A forma como a informação é organizada neste aplicativo de realidade aumentada ajudou a manter a minha atenção.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está claro para mim como o conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada está relacionado às coisas que conheço.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Completar com sucesso as atividades com este aplicativo de realidade aumentada foi importante para mim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estou confiante de que aprendi o que deveria depois de usar este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estou confiante de que entendi o conteúdo educacional mais complexo usando este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Completar as atividades neste aplicativo de realidade aumentada gerou um sentimento satisfatório de realização.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei tanto do conteúdo educacional deste aplicativo de realidade aumentada que gostaria de saber mais sobre esse assunto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu realmente gostei de estudar com este aplicativo de realidade aumentada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Este aplicativo de realidade aumentada me permitiu compreender melhor o conteúdo educacional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu poderei aplicar o que aprendi com este aplicativo de realidade aumentada em outras atividades.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As simulações deste aplicativo de realidade aumentada são úteis para o meu aprendizado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada me desafiou a aprender coisas novas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neste aplicativo de realidade aumentada, escolho tarefas que posso aprender.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada forneceu oportunidades para experimentar informações por meio de feedback visual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada forneceu oportunidades para experimentar informações por meio de feedback de áudio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada me permite interagir com simulações que dificilmente realizaria no mundo real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As simulações neste aplicativo de realidade aumentada foram apropriadas para uma experiência de aprendizado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As simulações neste aplicativo de realidade aumentada são úteis para praticar os casos da vida real antes de realizá-las no laboratório real.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Este aplicativo de realidade aumentada retratou problemas do mundo real por meio de simulações.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eu gosto de usar este aplicativo de realidade aumentada no meu treinamento prático.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>Relate aspectos que você gostou no aplicativo educacional de realidade aumentada, funcionalidades que poderiam ser melhoradas no aplicativo, e eventuais dificuldades relacionadas ao aplicativo ou ao dispositivo móvel.</p>					
<p>Relate aqui:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					

**APÊNDICE C - O PRODUTO EDUCACIONAL ([Link para download](#))**

## 3 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

## Apresentação

Este material é o produto educacional de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede da Universidade Federal de Santa Maria e tem como objetivo auxiliar professores da educação básica a trabalhar conceitos de biologia, em uma perspectiva que alia as famílias botânicas representativas do bioma Pampa à introdução das tecnologias no processo de sistematização do conhecimento.

Neste material, conceitos como:

**Polinização**

**Morfologia**

**Ecologia**

**Reprodução**

**Dispersão**

são trabalhados a partir de um aplicativo de Realidade Aumentada, que utiliza um dispositivo móvel, como tablet ou smartphone, para a visualização de modelos tridimensionais.

Orientação do desenvolvimento da pesquisa: Felipe Becker Nunes  
Grad. Sistemas de Informação, M.e Ciência da Computação,  
Dr. Informática na Educação

Orientação de questões botânicas: Thais Scotti do Canto-Dorow  
Grad. Biologia e Pedagogia, M.e Botânica, Dr. Botânica



## 4 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Para acompanhar o material devemos baixar, em nosso dispositivo móvel com sistema operacional android, o aplicativo RAbiomaPampa. Para isso, podemos acessar o site no Qr Code a seguir.

**Habilidades apontadas pelos documentos orientadores curriculares que podem ser trabalhadas a partir deste material:**

(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem, etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem. **BNCC**

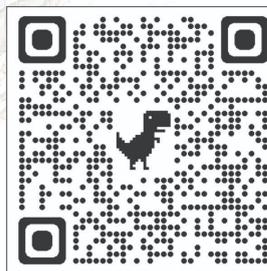
(EF02CI04RS-1) Observar os animais e as plantas que fazem parte de seu cotidiano. **RCG**

(EF02CI04RS-2) Identificar as principais características dos animais e das plantas de seu cotidiano. **RCG**

(EF07CI07RS-2) Identificar os ecossistemas locais investigando a flora e a fauna da mesma. **RCG**

(EF07CI07RS2SM-1) Reconhecer a região central do RS como uma zona de ecótono entre a Mata Atlântica e o bioma Pampa. **DOC.SM**

## Página Web



## O que você vai ver neste material?

05	Introdução
08	As partes de uma planta
10	Capim tem flores?
13	A flor dos capins
20	Toda planta é igual?
26	O pega-pega
28	Curiosidades sobre polinização e dispersão





## Introdução

Antes de iniciar a jornada do conhecimento, sobre as plantas, é bom compreender porque devemos aprender sobre esse assunto, especialmente para nós, que moramos no Brasil.

Que o Brasil é enorme, a gente já sabe, com dimensão continental que abriga todo tipo de vida, das plantas aos animais, somos o país com a maior biodiversidade do mundo e, isso, é motivo para orgulho!

A grande quantidade de terras, as diferenças de altitude, temperatura, precipitação e incidência solar, possibilitaram o desenvolvimento de distintos ambientes e o estabelecimento de variadas formas de vida.

As plantas, em especial, encantam, pois possibilitaram o surgimento da vida como conhecemos. É através de mecanismos existentes nas plantas que a energia do sol é transformada em açúcares. O oxigênio, também, super importante para o equilíbrio ecológico, é um subproduto desse processo de conversão da energia do sol em açúcares chamado

## Fotossíntese



Os açúcares produzidos pelas plantas fornecem energia para absolutamente todos os organismos vivos chamados heterotróficos, ou seja, aqueles que não são capazes de produzir o seu próprio alimento. Diferente das plantas que, com sua verde clorofila, produzem seu próprio alimento e são chamadas de organismos autotróficos.

Aqui, já começamos a entender sobre a importância das plantas para o equilíbrio ecológico do nosso planeta. Além da energia, as plantas também contribuem, em especial para o ser humano, com o fornecimento de:



madeira,  
alimentação,  
cosméticos,  
medicamentos,  
tecidos,  
ornamentação,  
papel.



Para garantir a utilização desses recursos e, que a exploração desses bens naturais aconteça de forma sustentável, devemos, em primeiro lugar, conhecer as plantas.





O conhecimento sobre as plantas faz parte de um ramo da Biologia conhecido como Botânica. O termo deriva do grego

botané planta.

A botânica abrange assuntos como

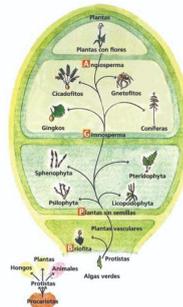
Fisiologia



Ecologia vegetal



Taxonomia



Morfologia



Dito isso, a partir de agora vamos conhecer

## O INCRÍVEL E FASCINANTE MUNDO DA BOTÂNICA



### As partes de uma planta

Toda imagem com conteúdos em realidade aumentada possui o símbolo a seguir:



Quais são as partes de uma planta? Vamos conhecer um pouco melhor esses vegetais que fazem parte do nosso cotidiano?

Para compreender a organização geral de uma planta, abra o aplicativo RAbioma-Pampa e aponte a câmera do celular para a imagem abaixo, observando-a em realidade aumentada.



A planta apresentada na tela do celular é uma espécie conhecida por nós, que cresce de forma espontânea em jardins, gramados e espaços urbanos, o

### Capim-forquilha

(*Paspalum notatum*) da família botânica Poaceae.

Observando de baixo para cima, temos a raiz, que na maioria das espécies é subterrânea e tem como principal função a absorção de água e dos sais minerais.



## 9 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

No capim-forquilha temos algumas peculiaridades na área das raízes. Aponte a câmera do celular para a imagem, que segue, e observe uma ampliação com a lupa de aumento.



O que vemos circulado em vermelho são as raízes, pequenas prolongações que saem de uma parte mais grossa chamada caule do tipo estolho ou estolão, que na imagem está circulado em azul.

Além do caule estolonífero, que é aéreo, as espécies da família Poaceae também podem ter caule rizomatoso.

AR



Estolonífero

Caule que cresce paralelamente à superfície do solo, formando raízes adventícias e ramos aéreos.



Rizomatoso

Caule que, diferente do estolonífero, cresce paralelamente ao solo, entretanto, é subterrâneo, enterrando-se e ramificando dentro do solo.

## 10 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Observando novamente a estrutura geral da planta do capim, em realidade aumentada, temos as folhas verdes que realizam a fotossíntese, convertendo a energia do sol em açúcares e, também, então uma haste que leva até as suas flores. Mas, espera aí!



AR

*Capim tem flores?*

Os capins possuem inúmeras flores dispostas em conjuntos chamados

*inflorescências*

Na parte mais alta do capim-forquilha, apresentado na tela do celular, podemos observar que a haste se bifurca e dá origem a dois ramos em forma de forquilha, que deu o nome comum da espécie.

## 11 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

A família dos capins possui as flores dispostas em espiguetas, as quais podem se reunir em diferentes tipos de inflorescência. Confira, a seguir, alguns tipos e, utilizando seu celular como uma lupa de aumento, observe as inflorescências em Realidade Aumentada.



**panícula  
laxa**

**panícula  
contraída**

**espiciforme**

**digitada**

**Panícula laxa:** Inflorescência com ramos longos e espiguetas distantes entre si.

**Panícula contraída:** Inflorescência com ramos laterais são extremamente curtos, aproximados do eixo principal, onde as espiguetas ficam próximas entre si.

**Espiciforme:** Inflorescência alongada e cilíndrica com ramos laterais curtos.

**Digitada:** Ramos da inflorescência se dispõem em um verticilo na extremidade do eixo florífero.

## 12 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Apontando a câmera do celular para a imagem ao lado, podemos observar uma ampliação da inflorescência do capim-forquilha.

Dando uma resposta ao questionamento levantado anteriormente, SIM,

### *O capim tem flores*

Mas, são flores um pouco diferentes das que estamos acostumados a ver. Geralmente, as flores mais populares são vistosas, com pétalas grandes e coloridas.

Na natureza, nem todas as flores possuem tais atributos. Nas gramíneas (plantas da família Poaceae), por exemplo, as flores são reduzidas e grande parte das pessoas acredita que os capins nem mesmo as possuem.



Na imagem ampliada da inflorescência (imagem que aparece na tela do celular), podem ser observados pequenos segmentos, como se fossem várias “folhinhas” (espiguetas), inseridas ao longo da haste. No interior de cada segmento desses, encontramos as flores do capim.

## 13 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Ainda observando a imagem ampliada da inflorescência, é possível perceber que, a partir de certa altura, algumas estruturas estão expostas para fora dos pequenos segmentos. Tais estruturas são, na verdade, partes dos órgãos reprodutivos da flor (anteras e estigmas), relacionados à polinização.

## A flor dos capins



Antes de aprender sobre as diferentes partes da flor do capim, devemos lembrar que estamos observando com aumentos significativos. Aponte a câmera do celular para a imagem ao lado e observe uma comparação entre o tamanho geral do *Paspalum notatum* e sua flor.

Aqui, estamos focando nossa percepção no estudo e na observação dos capins, no dia a dia, dificilmente percebemos as flores e inflorescências dos capins que crescem em jardins e nas calçadas.



## 14 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Na imagem, a seguir, é apresentada uma espigueta, nome dado à estrutura que antes chamamos de segmentos semelhantes a pequenas “folhinhas”. Dentro dessa espigueta fica a flor do capim.



Ao apontar a câmera do celular para a espigueta, vemos um modelo tridimensional de uma peculiar flor de capim.

A flor é uma das principais características do grande grupo dos vegetais conhecido como Angiospermas. De maneira geral, são chamadas angiospermas, o grupo de plantas que possui flores verdadeiras e que formam frutos.

A flor dos capins não é considerada uma flor completa, pois não possui cálice e corola característicos (flor nua), sendo composta basicamente por três partes.

Parte masculina (androceu, formado por estames);  
 Parte feminina (gineceu, formado por carpelos);  
 Lodículas (vestígios de cálice e corola).



No modelo tridimensional da flor, apresentada na página anterior, podem ser observadas três estruturas em formato de canoa, na ponta de filetes brancos, são as anteras, que fazem parte do órgão reprodutor masculino chamado androceu. A função dessas estruturas é a produção de pólen, que se desenvolve em seu interior e, quando maduro, com o vento, insetos e a água, é deslocado até a parte plumosa que aparece no mesmo modelo.

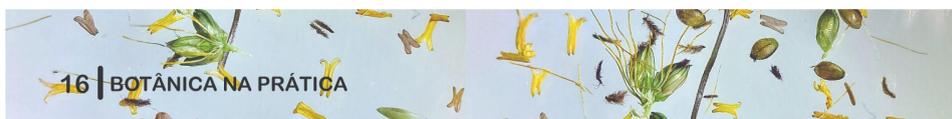


A parte plumosa é o estigma, estrutura que faz parte do aparelho reprodutor feminino da flor chamado gineceu.

A imagem, ao lado, apresenta parte de uma inflorescência de *Paspalum notatum*. Observe que as estruturas do aparelho reprodutivo dos capins estão expostas para fora da espiguetas, ou seja, tais estruturas estão prontas para desempenhar suas funções.



Apontando a câmera do celular para a imagem acima, é possível observar, com aumento de lupa, as estruturas masculinas e femininas. Observe que, nas estruturas plumosas do gineceu é possível ver pequenas “bolinhas brancas”, que são o pólen aderido ao estigma e prontos para germinar.



Quando um grão de pólen sai da antera, chega ao estigma e germina, acontece o processo que conhecemos como a polinização. Para compreender melhor a polinização, aponte a câmera do celular para a imagem a seguir.



Na tela do celular podemos observar o caminho que o grão de pólen percorre no processo da polinização. Na antera, o grão de pólen é produzido e quando deixa a parte masculina, vai pelo vento, água ou grudado no corpo de um inseto até, o estigma. O pólen pode ser observado no modelo tridimensional, saindo da antera (parte masculina) e chegando no estigma plumoso (parte feminina).



17 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Quando chega no estigma, o grão de pólen gruda em sua estrutura e germina, formando um tubo polínico (local que transporta os gametas masculinos), percorrendo o caminho do estigma, passando pelo estilete até o ovário pelo interior do aparelho reprodutivo feminino da flor. O caminho percorrido pelo tubo polínico está representado no modelo tridimensional pela estrutura azul com setas, indicando o sentido percorrido até o ovário em cor-de-rosa (cores ilustrativas).

No final da linha azul, o material genético do pólen (gametas masculinos) encontra o material genético do óvulo (gameta feminino), se cruzam e formam a semente (óvulo fecundado). A partir, desse momento, o ovário se desenvolve formando o fruto.

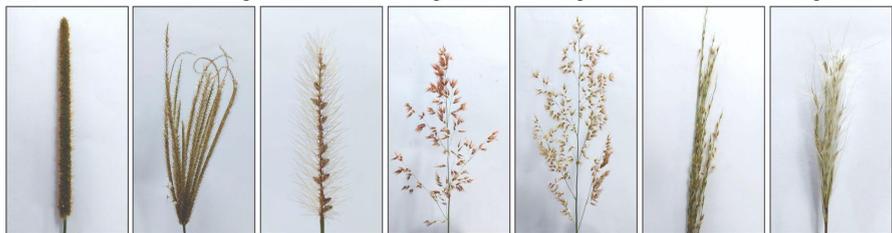
Na imagem ao lado é possível observar o fruto do *Paspalum notatum*, ainda envolto pelas estruturas que chamamos de “pequenas folhinhas”, diásporo. As espécies da família Poaceae, em geral, possuem esta estrutura chamada diásporo, que é o fruto e a semente junto de estruturas como pelos, fios e cerdas que auxiliam na dispersão.



Fonte: Athur Cameron



A seguir são apresentados os diásporos de algumas espécies de gramíneas. Aponte câmera do celular para observar o diásporo de cada espécie, com aumento de lupa.



18 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

No caso das gramíneas, a dispersão das sementes é realizada pelo vento, água da chuva e, até mesmo, por formigas, uma vez que, diferente dos frutos suculentos e carnosos, não possuem atrativos como forma de alimento para a fauna. Na maturidade, os frutos com as sementes, junto de estruturas auxiliares, formam os diásporos apresentados anteriormente, que se desprendem da planta mãe, caem no solo e são facilmente carregados pelo vento a longas distâncias. Quando encontram condições ideais, as sementes germinam e dão origem a uma nova planta.



No universo das angiospermas existem inúmeras famílias botânicas e espécies com características singulares. Nesta primeira parte exploramos a família botânica Poaceae, formada por espécies popularmente chamadas de

*capins e gramíneas*



## 19 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Mas você pode perguntar

### Por que estudar essa família que tem flores pequenas que (aparentemente) não chamam atenção?

As gramíneas fazem parte do nosso cotidiano! Sabe a grama do pátio de casa e da escola, o arroz do nosso prato, o milho, a aveia, aquele matinho que cresce na calçada no costado dos muros e, até mesmo, o bambu? Todos fazem parte da família Poaceae, especialmente para nós que moramos em Santa Maria, Rio Grande do Sul, estamos em uma zona de transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântica.



Principalmente no bioma Pampa, onde predominam os campos e a vegetação rasteira, uma das famílias mais representativas é a Poaceae, daí a necessidade de conhecermos melhor as características dessa família tão representativa.

## 20 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

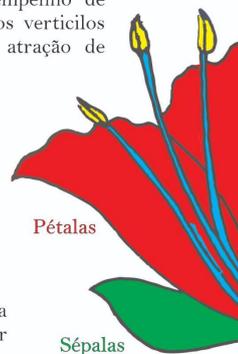
### Toda planta é igual?

Até então foram vistas as características de plantas da família Poaceae, que possuem algumas peculiaridades, por exemplo, as flores incompletas com a ausência de pétalas vistosas e sépalas.

Diferente da flor do capim apresentada anteriormente, uma flor completa possui 4 verticilos florais. Um verticilo nada mais é do que uma parte da flor especializada no desempenho de uma função, seja relacionada à reprodução, como os verticilos férteis (androceu e gineceu), seja relacionado à atração de polinizadores e à proteção (pétalas e sépalas).

Ao lado é apresentado o desenho de uma flor completa, nele é possível observar bidimensionalmente a disposição dos diferentes verticilos da flor completa.

Aponte a câmera do celular para o desenho para observar, tridimensionalmente, os verticilos de uma flor completa.





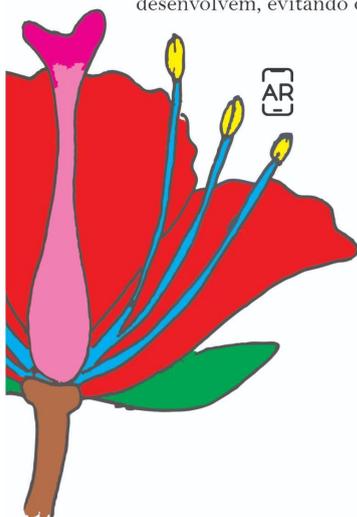
## 21 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

As sépalas, que aparecem em verde, formam o cálice, verticilo de proteção das demais peças florais de possíveis ataques de insetos, especialmente no estágio inicial de desenvolvimento da flor, antes da antese (momento em que a flor se abre).

Quando possível, faça a leitura do QR code e observe. O vídeo apresenta a antese de uma rosa. Antes de mostrar o vermelho de suas pétalas, as sépalas verdes cobrem todos os outros verticilos enquanto eles se desenvolvem, evitando o ataque aos tecidos novos.



ATENÇÃO: O QR Code deve ser lido com a câmera normal do seu celular.



Na figura e, no modelo tridimensional, as pétalas em vermelho formam a corola, verticilo de proteção e atração, que recebe este último nome, pois tem a função de atrair os agentes polinizadores. Os insetos como borboletas, mariposas, besouros e abelhas, percebem as cores das flores de diferentes formas, conseguindo de longe, quando estão voando, identificar flores com néctar disponível para sua alimentação, ou para local de postura e esconderijo.

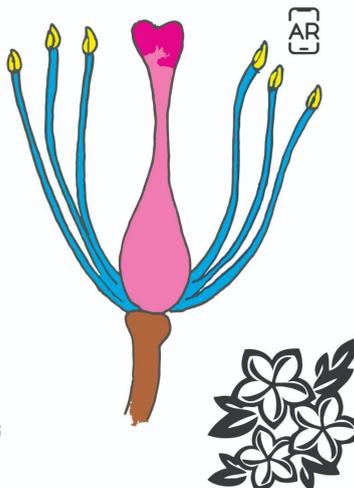
## 22 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

A imagem, a seguir, mostra uma flor sem os verticilos de proteção. Apontando a câmera do celular para imagem é possível observar, em realidade aumentada, os verticilos férteis (androceu e gineceu), ou seja, as estruturas responsáveis pela produção de grãos de pólen e óvulos, respectivamente.

O androceu é a parte masculina que, na imagem e no modelo, aparece azul. O androceu é formado por um ou mais estames, dependendo da espécie. Cada estame é dividido em duas partes, a antera (amarelo), que produz os grãos de pólen, e o filete (azul), que levanta as anteras, fazendo com que fiquem na altura de insetos que, por ventura, venham se alimentar do néctar da flor.

A parte feminina da flor é o gineceu, apresentado em cor rosa, é formado por um ou mais carpelos, dependendo da espécie. Cada carpelo está dividido em três partes: estigma, estilete e ovário.

Estigma: parte superior do carpelo, responsável por receber e fixar os grãos de pólen.



As espécies possuem diferentes estratégias para fazer com que os grãos de pólen, ao passarem juntos ao corpo de um inseto ou voando com o vento, fiquem aderidos ao estigma.

## 23 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Aponte a câmera do celular para a imagem, que segue, para observar as diferentes estratégias da flor do capim e da flor da laranjeira para fazer com que os grãos de pólen fiquem aderidos ao estigma. Na imagem e no modelo tridimensional, é apresentada a espiguetta do capim-foquilha, que contém a flor em seu interior.

O capim, como observamos na primeira parte deste material, possui o chamado estigma plumoso. No modelo apresentado em Realidade Aumentada, a seguir, observe as “plumas” do estigma, o conjunto de tricomas adensados, faz com que o pólen fique aderido à parte reprodutiva feminina, estratégia diferente da apresentada na flor da laranjeira.



Observe que não encontramos tricomas no estigma da flor da laranjeira, ele é globoso e produz uma substância pegajosa, como se fosse uma cola, fazendo com que o pólen presente no corpo dos insetos, grude nessa substância e possa então germinar.

## 24 | BOTÂNICA NA PRÁTICA



Apesar da diferença no estigma, a flor da laranjeira possui as mesmas estruturas básicas apresentadas para a flor do capim. A imagem ao lado mostra as sépalas e pétalas de uma flor de laranjeira. Aponte a câmera do celular e observe a flor completa. A parte mais central, feminina, é rodeada por estames, parte masculina, então tem as pétalas, formando a corola e as sépalas formando o cálice, representado em verde.

Falando em laranjeira, nos modelos apresentados em Realidade Aumentada, a seguir, podemos observar o resultado do processo da polinização, a transformação da flor em um fruto com sementes. Aponte a câmera do celular para a imagem, a seguir, e observe a relação flor e fruto.

Por vezes não percebemos a relação das flores com os frutos, mas, sempre que observamos um fruto, estamos diante de uma flor em que, uma de suas partes, desenvolveu-se no fruto. Na laranja, são as paredes do ovário que transformam-se no fruto carnoso.

Quando o pólen encontra as condições necessárias, ele germina ainda no estigma, passando pelo estilete, chegando até o ovário da flor. No caso da laranjeira, diferente do capim, que possui frutos secos dispersos pelo vento, por conter uma polpa suculenta, os frutos e as sementes são dispersos pelos animais que consomem os frutos da laranja.



## 25 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Aponte a câmera do celular para a imagem, a seguir, para observar a morfologia dos diferentes frutos e entender a relação com sua estratégia de dispersão das sementes.



No caso da laranja, as sementes ficam no interior de um doce e succulento fruto, fazendo com que variados animais tenham apreço pelo fruto como alimento, assim, as sementes no interior do fruto também são ingeridas pela fauna. Quando isso acontece, o animal anda bastante e quando defeca, já está distante em relação ao ponto onde comeu o fruto, assim, as sementes saem junto com as fezes e a espécie vegetal tem a oportunidade de germinar suas sementes e estabelecer novas plantas em outros locais.

Observando a estrutura do capim (diásporo), em Realidade Aumentada, não vemos uma polpa succulenta capaz de atrair a fauna com a intenção de alimentação. Daí surge a diferente estratégia de dispersão das sementes das gramíneas, as pequenas estruturas com cerdas e tricomas dos diásporos, faz com que, ao caírem no solo, rajadas de vento possam facilmente carregar inúmeros diásporos, fazendo com que as sementes em seu interior sejam carregadas e germinem a longas distâncias.



## 26 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

Seguindo a ideia das estratégias de dispersão, outro grupo de plantas bastante conhecido por nós, possui uma estratégia muito curiosa de dispersão de sementes.

Alguma vez você já correu em um campo, em um gramado e ficou cheio de pega-pega na calça e no tênis?

Pois esses pega-pegas são frutos de espécies da família botânica:

## Fabaceae

Assim como as gramíneas (família Poaceae), estudadas na primeira parte deste material, a Fabaceae também é uma família muito representativa nos campos do bioma Pampa e na zona urbana da cidade de Santa Maria.

A espécie mais comum de pega-pega, da família Fabaceae, que podemos encontrar em jardins e gramados é *Desmodium incanum*. Na imagem ao lado é possível observar as folhas e as flores cor-de-rosa que, quando polinizadas, dão origem ao fruto que conhecemos popularmente como pega-pega, e que pode ser observado apontando o celular para a imagem.



## 27 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

A olho nu fica difícil compreender a estratégia do fruto dessa espécie que consegue ficar fortemente aderido em nossas roupas e nos pelos dos animais.

Utilizando seu celular, como uma lupa, aponte a câmera para o fruto de *Desmodium incanum* para entender o mecanismo por trás da sua dispersão.

No modelo apresentado em Realidade aumentada, podemos ver com um zoom de 20 vezes, os ornamentos em formato de ganchos que fazem com que, na maturidade, seus frutos agarrem-se fortemente a diversos tipos de tecidos e à pelagem de animais domésticos e selvagens.

Essa estratégia é super importante para o sucesso da espécie, visto que ela, assim como os capins, não possuem atrativos para a alimentação da fauna.



Além das espécies citadas, as plantas, em geral, possuem diversas estratégias interessantes para a sua dispersão e polinização. Caso esteja curioso para conhecer, na página seguinte são apresentados QR codes com diversas curiosidades sobre polinização de plantas e dispersão de sementes!

## 28 | BOTÂNICA NA PRÁTICA

### Curiosidades sobre polinização e dispersão

**ATENÇÃO:** Os QR Codes das páginas 28 e 29 devem ser acessados com a câmera do celular, saindo do aplicativo de Realidade Aumentada.



Fonte: EpagriVídeos

No QR Code ao lado são abordadas questões relacionadas à polinização do maracujazeiro. Você sabem qual inseto é responsável pela polinização desse fruto? A mamangava! Acesse o QR e confira a importância das mamangavas para o maracujá que compramos no mercado.

Assim como o maracujá, outros tipos de frutos também dependem de agentes polinizadores específicos para o sucesso na conclusão do seu ciclo reprodutivo. O QR Code ao lado apresenta o caso da figueira! Que depende de uma vespa para garantir sua polinização.



Fonte: Canal FAG



Fonte: Hortas prática

Como falamos bastante sobre a família Poaceae, nada mais justo do que apresentar sobre a polinização de uma espécie da família. O QR ao lado leva para um vídeo em que um produtor rural comenta sobre a polinização do milho. No vídeo é possível perceber a relação da morfologia da planta com o sucesso na polinização. Diferente das polinizações anteriormente apresentadas, no milho, bem como nas Poaceae em geral, a polinização depende do vento, por exemplo.



Após a polinização, acontece o processo da dispersão, como foi abordado para os capins e para o pega-pega da família Fabaceae. Mas existem muitas estratégias para dispersão das sementes. Algumas espécies possuem mecanismos bastante específicos em seus frutos ou suas sementes, que nem mesmo dependem da ingestão ou contato com animais.



Fonte: CesarMilaniBIO

O trevo comum, aquele que cresce nos canteiros e calçadas de forma espontânea, é um belo exemplo de fruto com uma estratégia de dispersão muito interessante. O QR Code ao lado mostra em câmera lenta as sementes de trevo sendo lançadas muito rapidamente. Quando maduras, o fruto tem a capacidade de lançar as sementes bem distantes do local onde a planta mãe está fazendo com que a espécie tenha grande sucesso na colonização de novas áreas.

Algumas espécies possuem estruturas especializadas para a dispersão de suas sementes. No QR Code ao lado é possível observar as sementes que, quando maduras, se desprendem da árvore mãe e descem até o solo planando no ar, como se fossem as hélices de um helicóptero.



Fonte: shrutiguptascience

As plantas possuem muitas estratégias, de polinização, dispersão e sobrevivência no ambiente, os exemplos mostrados neste material correspondem a uma fração muito pequena do encanto e das peculiaridades do mundo da botânica.

*Bons Estudos!*



## *Sobre o autor*

Gestor ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria, Esp. em Ecologia Urbana (UNINTER), acadêmico dos cursos de Bacharelado em Engenharia Florestal e do Mestrado Profissional de Tecnologias Educacionais em Rede (UFSM).

Apaixonado pelas plantas em diferentes perspectivas, seja na botânica prática, nos estudos de levantamento florístico e na identificação de espécies herbáceas, especialmente no contexto do ecótono entre os biomas Pampa e Mata Atlântica, seja na educação com o ensino de botânica.

Acredita na transformação da percepção sobre o mundo e na conservação dos recursos naturais, a partir da sensibilização gerada pela compreensão da importância e beleza do reino vegetal, com seres que inspiram, com exemplos de força, humildade, beleza e resiliência.

