

BOTÂNICA COM TECNOLOGIA: REALIDADE AUMENTADA COM ESPÉCIES REPRESENTATIVAS DO BIOMA PAMPA.

BOTANY WITH TECHNOLOGY: AUGMENTED REALITY WITH REPRESENTATIVE SPECIES OF THE PAMPA BIOME.

Lucas Gonçalves da Cunha¹, Felipe Becker Nunes²

RESUMO: Neste trabalho foi desenvolvido um produto educacional, intitulado “Botânica na Prática: Realidade Aumentada com espécies representativas do bioma Pampa” que, junto de um aplicativo para dispositivos móveis com sistema operacional android, permitem aos docentes e educandos explorarem o mundo da botânica através da Realidade Aumentada. O produto foi elaborado conforme os documentos orientadores curriculares, especialmente a Base Nacional Comum Curricular e o Documento Orientador Curricular de Santa Maria, município para o qual o produto foi desenvolvido, considerando as habilidades relacionadas às especificidades da flora local. O produto foi avaliado através a metodologia Painel de Especialistas, passando por alterações e correções de alguns modelos tridimensionais. Como principais resultados, a qualidade do produto educacional pode ser verificada através das altas notas no processo de avaliação e validação.

Palavras-chave: Ensino de Botânica, Realidade Aumentada, Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT: In this project, an educational product titled 'Botany in Practice: Augmented Reality with Representative Species of the Pampa Biome' was developed. Together with a mobile application for Android devices, it enables teachers and students to explore the world of botany through Augmented Reality. The product was designed in accordance with the curriculum guidelines, particularly the National Common Curriculum Base and the Curriculum Guideline of Santa Maria, the municipality for which the product was developed. It takes into consideration the skills related to the specificities of the local flora. The product was evaluated using the Expert Panel methodology, undergoing changes and corrections to some three-dimensional models. As the main results, the quality of the educational product can be verified through high scores in the evaluation and validation process.

Keywords: Teaching Botany, Augmented Reality, Educational Technologies.

1 INTRODUÇÃO

No contexto das ciências biológicas, especialmente o ensino de botânica, é rodeado de paradigmas que não condizem com a busca de uma educação para a formação cidadã, a aprendizagem sobre as plantas reflete um olhar crítico sobre temas atuais de grande importância como a perda de biodiversidade, o desmatamento, as mudanças climáticas e a utilização de agrotóxicos (MANN, 2021). Desde 1999, Wandersee e Schussler iniciaram os debates sobre o fenômeno que chamaram de Cegueira Botânica, sendo a incapacidade dos seres humanos em reconhecer a importância das plantas na biosfera e no cotidiano (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016).

¹ <https://orcid.org/0000-0002-6167-985X> - Mestre em Tecnologias Educacionais em Rede (UFSM). Acadêmico de Engenharia Florestal (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Av. Roraima - Camobi, Santa Maria, RS, 97105-340. E-mail: luccas.cunha@gmail.com

² <https://orcid.org/0000-0001-8431-7416> - Doutor em Informática na Educação (UFRGS). Departamento de Ensino - Colégio Politécnico (UFSM), Santa Maria E-mail: nunesfb@gmail.com

Hoje chamada de Limitação Botânica, o fenômeno é explicado por variáveis que envolvem questões culturais e de urbanização, bem como, questões do campo da fisiologia e cognição humana. James Wandersee (2002), estuda como os alunos aprendem a partir da perspectiva da percepção e aprendizagem visual, salientando que devemos aumentar a percepção consciente das plantas no cotidiano. Assim, o processamento das imagens pelo cérebro, especialmente no contexto das grandes cidades, compete com inúmeras outras áreas de necessária percepção como dirigir, caminhar e correr, fazendo com que os vegetais do cotidiano passem despercebidos, misturando-se à paisagem (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016).

No contexto educacional da sistematização dos conhecimentos de ciências biológicas, o fenômeno gera preferência de outros conteúdos em detrimento da botânica, causando consequências como o ensino de biologia com bases zoocêntricas, ou seja, que prioriza conteúdos e conceitos relacionados à fauna (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016; VASQUES, FREITAS & URSI, 2021). Somado a isso, há ainda a falta de recursos pedagógicos que abordem de formas menos tradicionais os conteúdos relacionados à botânica para a educação básica.

Considerando isso, este artigo apresenta o desenvolvimento de um produto educacional (PE) que buscou metodologias e recursos que proporcionam aos educandos a experiência de ser protagonista no seu processo de ensino e aprendizagem, considerando, para tal, a experimentação e interatividade proporcionadas pela tecnologia da Realidade Aumentada. Além disso, o desenvolvimento do recurso considerou duas importantes perspectivas: a popularização dos dispositivos móveis nas escolas e a adequação dos conteúdos aos documentos orientadores curriculares.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao trabalhar na educação básica é indispensável que sejam considerados os conteúdos e as habilidades apontadas pelos documentos norteadores da educação básica. Assim, o PE aqui apresentado considerou os apontamentos de documentos 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 (DOC.SM) (SANTA MARIA, 2019).

Conforme os Documentos, a botânica deve ser trabalhada em dois momentos na educação básica, inicialmente no segundo ano do Ensino Fundamental I e no sétimo ano no Fundamental II (BRASIL, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2018; SANTA MARIA, 2019). No primeiro momento os documentos apontam a abordagem de questões mais básicas, que possibilitem ao educando a compressão das partes das flores, suas diferentes cores, formas, funções e o local onde elas se desenvolvem, bem como, a relação entre as plantas, o ambiente e os seres vivos. No segundo momento, já no Fundamental II, os documentos o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao conhecimento dos biomas (BRASIL, 2018; SANTA MARIA, 2019).

Na realidade do município de Santa Maria, para o qual o PE foi desenvolvido, o DOC.SM aborda a necessidade de explorar a botânica contextualizada. O documento inicia com pautas mais gerais como o desmatamento da mata nativa, transitando por questões relacionadas aos fragmentos

florestais e agricultura, chegando em pontos específicos como a inserção do município na zona ecótono entre os biomas Pampa e Mata Atlântica (SANTA MARIA, 2019).

A inserção das TIC's na educação é tida como uma ferramenta que possibilita a elaboração de sequência didáticas e recursos educacionais capazes de contextualizar a sala de aula com o tempo e a realidade que vivem os educandos. Especialmente a tecnologia da RA no processo de ensino e aprendizagem possibilita a transição de um ensino que, antes baseado na transferência e retenção de conhecimentos, agora, oportunize a significação dos conteúdos devido às características de interação desta tecnologia (CARVALHO & IVANOFF, 2014).

No cenário das ciências biológicas, a RA oportuniza o redesenho do processo de ensino, com sua dinâmica de enriquecimento do ambiente real, facilitando a visualização de objetos por meio de modelos tridimensionais. Além disso, as características da RA permite aos educandos a percepção espacial de conceitos e processos que ocorrem em escalas muito grandes ou muito pequenas (GARZÓN; MAGRINI & GALEMBECK, 2017; ERBAS & DEMIRER, 2019; WANG et al., 2019).

Apesar dos benefícios apontados, a utilização da RA na sistematização dos conhecimentos deve ser pautada em sequências didáticas e objetivos claramente educacionais, podendo a prática ficar restrita à perspectiva do entretenimento. Nesse sentido, uma gama de aportes teóricos educacionais oferecem suporte para um processo de ensino e aprendizagem com resultados exitosos. A literatura já apresenta algumas bases teóricas que vêm sendo utilizadas com a RA na educação, como A Aprendizagem Significativa de Ausubel, Aprendizagem Colaborativa, Alfabetização Visual e a Aprendizagem por Investigação (NUANMEESRI, 2018; NOBNOP; THONGPAENG & CHAIUT, 2020; SAVITRI; ARIS & SUPIANTO, 2019).

Para a botânica, a RA já foi trabalhada em pesquisas que utilizaram a tecnologia para ensinar sobre o processo de frutificação (OLIVEIRA; MACIAS & RODRIGUES, 2013). Com base nos conceitos da Aprendizagem Significativa, resultados robustos foram percebidos quanto à incorporação e entendimento de conceitos sobre anatomia floral, com como o enriquecimento do vocabulário relacionado à botânica (OLIVEIRA; MACIAS & RODRIGUES, 2013).

Na pesquisa de Wilujeng; Chamidah & Wahyuningtyas (2019), um material de aprendizagem multimídia foi desenvolvido para ensinar sobre a morfologia vegetal da flor de Wijaya kusuma, espécie de interesse local. Entre os resultados mais significativos, os autores apontaram o êxito no desenvolvimento de um modelo tridimensional fiel às características morfológicas da espécie estudada.

Já na pesquisa de Qamari e Ridwan (2017), foi desenvolvido um modelo tridimensional para a aprendizagem e ensino sobre as plantas dicotiledôneas, com objetivo de verificar as contribuições da RA no nível de interesse dos educandos. Como principais resultados, a pesquisa registrou que 84,4% dos alunos tiveram muito interesse em utilizar um recurso educacional com RA e 95,8% afirmaram que o material didático com RA facilitou a compreensão do conteúdo (QAMARI & RIDWAN, 2017).

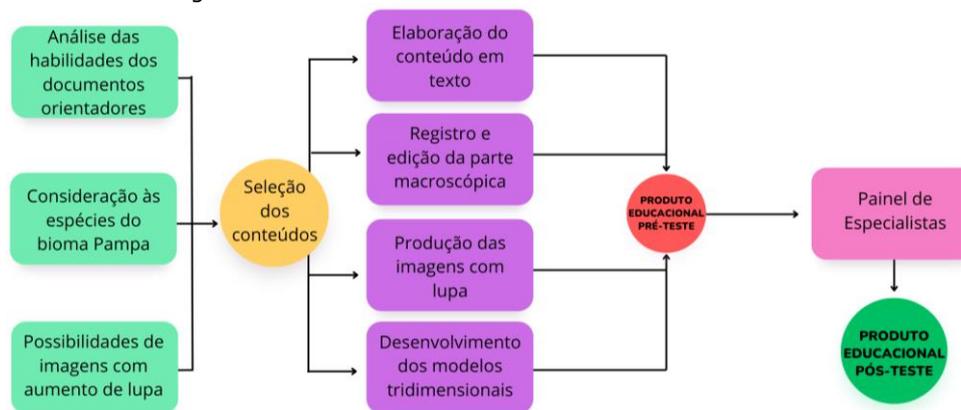
3 METODOLOGIA

O PE foi desenvolvido considerando conhecimento de ponta no que diz respeito ao ensino e aprendizagem sobre ciências e botânica no Brasil. No âmbito da botânica, o desenvolvimento pautou-

se nas obras: *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (VASQUES; FREITAS & URSI, 2022); *Metodologias para ensinar Botânica* (PEDRINI & URSI, 2022); e *Sequência didática para o estudo das flores* (PIGATTO et al., 2018). No contexto 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).

A elaboração do PE seguiu o fluxo apresentado na imagem 01, onde a análise das habilidades dos documentos junto da consideração às espécies da flora local, bem como das possibilidades de desenvolvimento das imagens em lupa, levou a seleção dos conteúdos para elaboração do texto.

Imagem 01 - Fluxo de desenvolvimento do Produto Educacional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Junto da elaboração do texto, realizaram-se os registros de plantas reais, as famílias botânicas selecionadas Poaceae, Fabaceae e Rutaceae, tiveram seus representantes fotografados com um smartphone, ora acoplado a uma lupa de aumento para o registro de pequenas estruturas.

O desenvolvimento dos modelos tridimensionais (MT's) foi realizado, assim como em Wilujeng, Chamidah e Wahyuningtyas (2019), através do software de modelagem Blender, e finalizado no motor de criação de jogos Unity 3D utilizando o 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 Unity. O livreto foi editado na ferramenta de desenho vetorial bidimensional CorelDRAW, onde o texto foi organizado e, junto das imagens, originou o livreto para impressão.

3.1. Especificidades dos modelos tridimensionais

Quanto ao desenvolvimento dos MT's, atenção especial precisa ser dada à complexidade para elaboração de modelos com qualidade, devendo o pesquisador considerar dificuldades e questões técnicas relacionadas à perspectiva tecnológica da RA, bem como às características do contexto da botânica.

Como ponto de partida não é possível desconsiderar os custos do desenvolvimento dos modelos. Por mais que estejam disponíveis uma gama de cursos para a aprendizagem da modelagem tridimensional, a curva de aprendizagem é grande. Como não havia tempo hábil, a melhor opção foi a terceirização. Foram desenvolvidos 14 MT's, com custos variando de R\$ 100,00 a R\$200,00

(excepcionalmente R\$360,00) por modelo, dependendo da complexidade para atingir um modelo que satisfaça os conteúdos a serem abordados.

Quando optamos pela terceirização do desenvolvimento dos MT's, devemos considerar que, possivelmente, os objetos do conhecimento que o modelador vai representar são novidades para o profissional, sendo indispensável a elaboração de uma série de textos, imagens e vídeos que serão utilizados como referência. Especialmente para o desenvolvimento de modelos tridimensionais relacionados à botânica é necessário seguir uma sequência de passos para a elaboração do material. Tal sequência é apresentada na imagem 02.

Imagem 02 - Sequência para elaboração de conteúdo em RA.

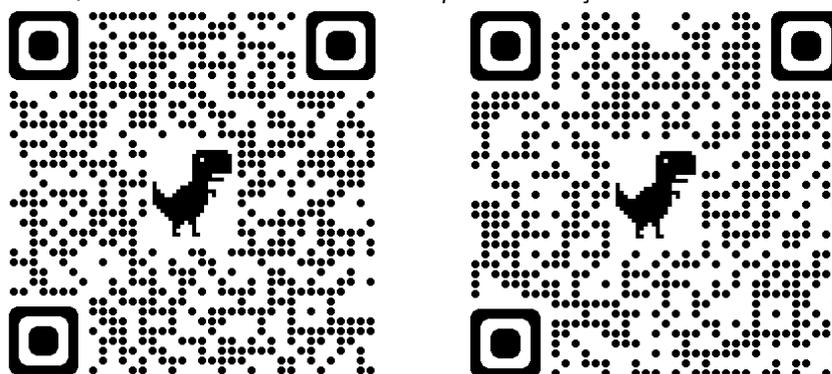


Fonte: Elaborado pelos autores em: 01 mar. 2023

O processo inicia em A, com a coleta de material adequado para os registros fotográficos. Especialmente no caso das Poaceae, as flores e espiguetas possuem tamanho diminuto, não sendo possível fotografar as estruturas em campo. No caso desta família, além do material estar em período fértil, o pesquisador precisa observar se as partes masculinas e femininas da flor estão para fora da espigueta, como apresentado na imagem B da figura 2.

Dependendo das estruturas que se deseja apresentar em RA, a inflorescência precisa ser desmontada para expor tais estruturas e, devido ao tamanho reduzido, é necessária a utilização de agulhas para separar, por exemplo, somente uma espigueta. Em D, a estrutura que se planeja representar é registrada em lupa de aumento. Em E e F são apresentados o registro da espigueta e o MT já desenvolvido. A imagem G, mostra uma captura de tela do dispositivo móvel já rodando o aplicativo de RA desenvolvido.

O processo de elaboração dos MTs pode ser bastante demorado, considerando o tempo para o entendimento espacial das estruturas, as quais são explicadas e referenciadas bidimensionalmente e precisam ser representadas tridimensionalmente pelo modelador. Os QR Codes na imagem 3 apresentam momentos de instrução para elaboração e correção dos MT's.

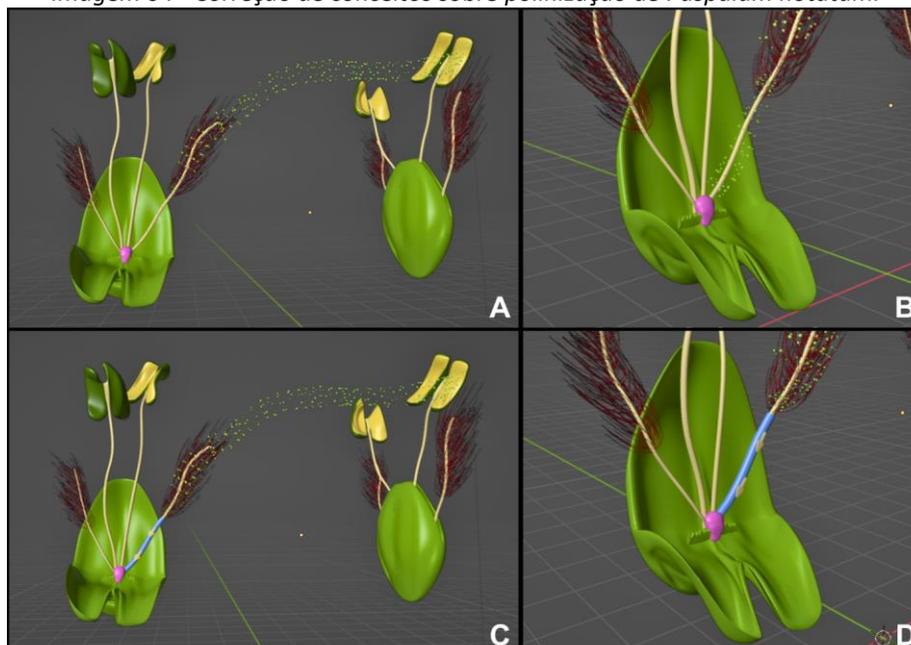
Imagem 03 - QR Codes com vídeos instrucionais para elaboração de modelos tridimensionais

Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro QR Code leva para o vídeo utilizado para instruir o modelador sobre o processo de polinização e as necessidades a serem supridas pelo MT. Nessa altura o modelo da espiguetta já havia sido desenvolvido, bastavam as complementações apresentadas no vídeo.

A imagem 4 mostra, em A e B, o MT da polinização que foi recebido inicialmente. Em B a imagem ampliada permite a visualização do ponto que precisou ser corrigido. As pequenas bolas que simulam os grãos de pólen, saem da parte alta de uma espiga (antera - parte da estrutura masculina da flor chamada androceu) e chegam na parte plumosa avermelhada (estigma - parte da estrutura feminina da flor chamada gineceu), seguindo pela parte externa do filete (estrutura em cinza que liga o gineceu ao ovário).

Para não gerar equívocos na compreensão dos educandos, o modelo precisou ser alterado, o segundo QR Code da imagem 3 apresenta um vídeo com as orientações enviadas ao modelador para correção de tal equívoco.

Imagem 04 - Correção de conceitos sobre polinização de Paspalum notatum.

Fonte: Elaborado pelos autores em Unity 3D.

Deste modo, os quadros C e D da imagem 4 apresentam o MT após as correções, onde os grãos de pólen foram substituídos por uma estrutura azul com setas, simulando o movimento dos grãos de

pólen do estigma até o ovário pelo interior do filete. Ainda no cenário das correções, o PE passou por um processo de validação através da metodologia Painel de Especialistas, apresentada a seguir.

3.2. O painel de especialistas

Como forma de validação, o PE foi submetido à metodologia avaliativa Painel de Especialistas. A dinâmica foi adaptada de Struchiner, Ricciardi e Vetromilleo (1998). Buscando uma avaliação conforme a realidade técnico-pedagógica vivenciada pelos docentes no cotidiano escolar, o Painel de Especialistas propiciou uma análise do ponto de vista da metodologia empregada, bem como, dos conteúdos de botânica investigados no PE. Com base no modelo de Avaliação Analítica, baseando-se na observação, análise e julgamento, em um processo de avaliação estruturada, o painel é ideal para o planejamento (design) e produção de materiais educacionais (STRUCHINER; RICCIARDI & VITROMILLO, 1998).

O questionário avaliativo propôs a análise e avaliação de aspectos relacionados à apresentação do PE, como: interatividade (facilidade no download e leitura dos marcadores), 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 e 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 1 a 10, sendo 1 para fraco/ruim e dez para excelente.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

Participaram do painel 10 biólogos, que utilizaram 3 horas para explorar o livreto e o aplicativo. Foi realizada uma análise geral da pontuação elencada pelos painelistas nas questões fechadas, considerando, entretanto, os apontamentos que causaram maiores variações nas médias gerais. Notou-se que, cada vez que um especialista deu uma nota relativamente baixa ao item, o motivo foi indicado com pequenos textos no próprio questionário, permitindo o entendimento e a correção através da remodelação do PE.

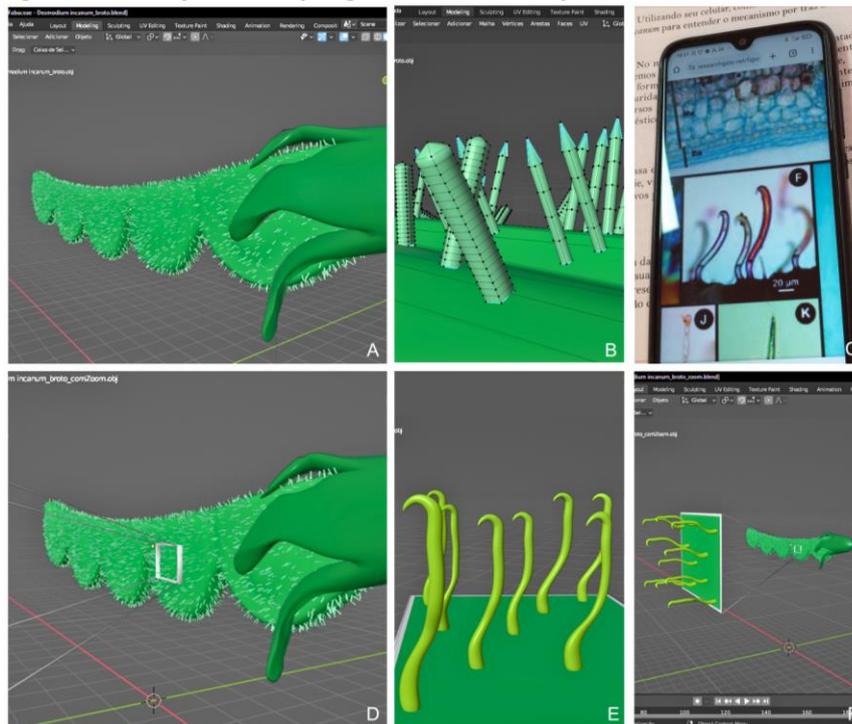
As médias gerais para os indicadores foram as seguintes: interatividade 8,1, comunicabilidade 9,9, comunicação visual 9,4, conteúdos do sistema 7,4 e conceitos em botânica 9,8. De forma geral, as médias relativamente altas garantem a qualidade do produto educacional, ficando a análise e remodelação focada em pontos específicos que levaram à queda das médias, especialmente quanto à interatividade e aos conteúdos do sistema.

Em interatividade a média baixou devido a problemas relacionados ao item “Facilidade de acesso e download do aplicativo que teve 7,7 de média, com uma série de fatores que influenciaram

no contato inicial entre os painelistas e o aplicativo. O fator mais problemático, que gerou uma sensação negativa nos painelistas, foi quanto à impossibilidade de execução do aplicativo em alguns modelos de aparelhos, como em Iphones, um dispositivo da LG e outro Xiaomi. Quanto aos conteúdos do sistema, a média ficou baixa, pois os especialistas acreditaram que as habilidades dos documentos orientadores curriculares, utilizadas como base para o desenvolvimento do PE, deveriam aparecer claramente na introdução do PE.

Na perspectiva da remodelação dos MT's, importante atenção foi dada quanto à remodelação das características morfológicas dos modelos desenvolvidos, como na imagem 5.

Imagem 05 - Correção da morfologia dos tricomas do fruto de Desmodium incanum.



Fonte: Elaborado pelos autores em Unity 3D e Blender. 20 ago. 2023

No quadro A da imagem 5, é possível observar o aspecto geral e, em B, como os tricomas haviam sido modelados antes do Painel de Especialistas. Entretanto, conforme observado no quadro C, uma das painelistas percebeu que o modelo não correspondia às características reais da espécie. A dispersão dos frutos só é possível devido às estruturas em formato de gancho, como as apresentadas no quadro C, mostradas pela painelistas. Nos quadros D e F, são apresentadas características do modelo após a remodelação, em D o aspecto geral, e em E o zoom nos tricomas remodelados.

4.1. Acesso ao Produto

O PE contou com o desenvolvimento de 13 MT's e 13 imagens com ampliação de lupa, totalizando 26 conteúdos em RA. O livreto possui 32 páginas com conteúdos sobre famílias representativas do bioma Pampa (Poaceae e Fabaceae), mas também com comparação de flores e estruturas bem conhecidas pelos educandos, como as flores e frutos da laranjeira (Rutaceae). Fazem parte do produto gerado nesta pesquisa o livreto "Botânica na Prática: Realidade Aumentada com espécies representativas do bioma Pampa", e o aplicativo para dispositivos móveis com sistema

operacional android “Rabioma-Pampa”, ambos podem ser acessados a partir do QR Code na imagem 6 a seguir.

Imagem 06 - Imagens do Produto Educacional e QR Code para acesso.



Fonte: Elaborado pelos autores

5 CONCLUSÕES

Foi possível concluir que, apesar do PE possuir limitações, após a remodelação, o mesmo é um recurso educacional com potencial para o auxílio dos professores no ensino de botânica e no aumento do engajamento e motivação dos educandos pelo mundo da botânica.

Como conclusões do desenvolvimento do produto, uma série de obstáculos foram percebidos no decorrer da elaboração do PE, como: a dificuldade em encontrar um modelador digital que reproduzisse espécies específicas de plantas; o custo atrelado ao desenvolvimento de cada MT; o tempo de desenvolvimento de cada modelo; e a complexidade em representar fielmente as características de espécies com flores e estruturas diminutas.

6 REFERÊNCIAS

- BRASIL. Secretaria de Ensino Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Terceiro e quarto Ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica. 2018.
- CARVALHO, F.; IVANOFF, G. B. Tecnologias que educam: ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação. São Paulo: Pearson, 2010.
- ERBAS, C.; DEMIRER, V. The effects of augmented reality on students1 academic achievement and motivation in a biology course. J. Computer Assist Lear, v. 9, n. 1, 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.
- 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.

NOBNO, 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.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Referenciais curriculares do estado do Rio Grande do Sul: Ciências da Natureza. Porto Alegre: Departamento pedagógico, 2018.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. "Mas de que te serve saber botânica?". Estudos Avançados. v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.

SANTA MARIA. Secretaria de Município da Educação. Documento Orientador Curricular de Santa Maria. Santa Maria, Setor Pedagógico, 2019.

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

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.

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.

QAMARI, C. N.; RIDWAN, M. R. Implementation of android-based augmented reality as learning and teaching media is dicotyledonous plant learning materials in biology subject. 3. ed, International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), Indonesia, p. 441-446, 2017.

PIGATTO, A. G. S.; TAMIOSSO, R. T.; SOUZA, T. T.; GOMES, S.; FABRÍCIO, L. E. O. Sequencia didática para o estudo das flores. Universidade Franciscana, Santa Maria, ed. 1ª, 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.

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

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

WANDERSEE, J.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. Plant Science Bulletin, St. Louis, v. 47, n. 1, 2002.

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.

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.