



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
*CAMPUS SETE LAGOAS***

DAYVISSON PAULINO BASÍLIO OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE PROGRAMA
COMPUTACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DO ENSINO E
APRENDIZADO DA FISIOLOGIA VEGETAL NO CURSO DE
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

Sete Lagoas, MG

2023

DAYVISSON PAULINO BASÍLIO OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE PROGRAMA
COMPUTACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DO ENSINO E
APRENDIZADO DA FISIOLOGIA VEGETAL NO CURSO DE
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias

Sete Lagoas, MG

2023

DAYVISSON PAULINO BASÍLIO OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE PROGRAMA
COMPUTACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DO ENSINO E
APRENDIZADO DA FISIOLOGIA VEGETAL NO CURSO DE
ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 03 de julho de 2023.

Banca avaliadora:

Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias, Orientador — UFSJ

Dr. Anderson Oliveira Latini — UFSJ

Dra. Daniela de Carvalho Lopes — UFSJ

“Se eu tivesse somente 8 horas para cortar uma árvore, gastaria 6 afiando o machado.”

Abraham Lincoln.

Queridos,

É com grande emoção e gratidão que dedico este trabalho a vocês, minha amada mãe, minha querida família, meus amigos leais e meu estimado orientador. Vocês foram a força motriz por trás de cada passo que dei nesta jornada acadêmica e quero expressar minha sincera apreciação.

À minha amada mãe, você é o meu pilar, minha fonte de amor incondicional e apoio constante. Suas palavras de encorajamento, seu sorriso acolhedor e sua crença inabalável em mim sempre me impulsionaram para frente. Este trabalho é dedicado a você com todo o meu amor e gratidão. Sua presença tem sido fundamental para o meu crescimento e sucesso.

À minha querida família, obrigado por estar ao meu lado em cada etapa da minha jornada. Seu amor, apoio e compreensão foram fundamentais para eu alcançar meus objetivos. Vocês sempre foram meu porto seguro, e essa conquista é um reflexo direto da nossa união e amor familiar.

Aos meus amigos leais, agradeço por estarem ao meu lado durante os momentos bons e difíceis. Suas palavras de incentivo, apoio incondicional e risadas compartilhadas tornaram essa jornada memorável. Cada momento compartilhado com vocês é um tesouro que guardarei para sempre em meu coração.

Ao meu estimado orientador, sou imensamente grato pela sua orientação, conhecimento e dedicação ao longo deste projeto. Seu apoio incansável, suas valiosas sugestões e seu compromisso em me ajudar a alcançar a excelência acadêmica foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Sua sabedoria e paciência foram uma inspiração constante, e sou grato por ter tido a oportunidade de aprender com você.

A todos vocês, minha mãe, minha família, meus amigos e meu orientador, este trabalho é um testemunho do amor, apoio e confiança que recebi de cada um de vocês. Sinto-me verdadeiramente abençoado por tê-los em minha vida e agradeço por cada momento compartilhado.

Com profundo carinho e gratidão,

Dayvissom P. B.Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha gratidão a Deus, fonte de toda sabedoria, força e inspiração. Sua presença em minha vida tem sido fundamental em cada etapa desta jornada acadêmica. Agradeço por Sua orientação, proteção e por me capacitar a enfrentar os desafios que surgiram ao longo do caminho.

Ao meu orientador, Leonardo Dias, sou imensamente grato por sua dedicação, paciência e compromisso em me orientar neste trabalho. Sua competência, orientações precisas e valiosas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por compartilhar seu conhecimento e por me incentivar a buscar a excelência acadêmica.

À Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), meu profundo agradecimento por proporcionar um ambiente de aprendizado enriquecedor. Agradeço por oferecer recursos acadêmicos e estrutura de qualidade, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sou grato pela oportunidade de estudar nesta instituição renomada.

Aos professores que cruzaram meu caminho ao longo desta jornada, meu reconhecimento por sua dedicação, conhecimento e por compartilharem seu tempo e experiência comigo. Agradeço por suas aulas inspiradoras, pelos desafios propostos e pela motivação que transmitiram. Suas contribuições foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço também a todos os funcionários da universidade que trabalharam nos bastidores, proporcionando um ambiente propício ao estudo e à pesquisa. Seu empenho e comprometimento são fundamentais para o funcionamento da instituição e para o meu progresso acadêmico.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão a todos os amigos e colegas que compartilharam essa jornada comigo. Suas trocas de ideias, apoio mútuo e momentos compartilhados foram inestimáveis. Agradeço por tornarem essa experiência acadêmica ainda mais significativa e memorável.

Que esta mensagem de agradecimento alcance a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Com profunda gratidão, Dayvisson P. B. Oliveira.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	MATERIAL E MÉTODOS	12
	2.1 Desenvolvimento da interface gráfica do programa computacional.....	12
	2.2 Formulação do Banco de Dados.....	13
	2.3 Utilização da Plataforma (Bubble).....	16
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.	CONCLUSÕES.....	25
5.	REFERÊNCIAS	25
2.	ANEXOS	27

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um programa computacional educacional com base em estudos científicos e pedagógicos sobre o sistema de aprendizado das pessoas, com foco no aprendizado de fisiologia vegetal. Realizou-se uma revisão bibliográfica para embasar a elaboração do programa computacional com a melhor didática e metodologia de ensino possível, resultando na criação da interface gráfica do programa computacional, com base nas otimizações de interface e experiência do usuário, visando proporcionar uma experiência de aprendizado aprimorada aos alunos. Para o gerenciamento das informações, foi formulado um banco de dados. A ferramenta Bubble foi utilizada como modelo de programação para desenvolvimento do programa computacional educacional, aproveitando suas características de baixo custo, velocidade e acessibilidade. Após a implementação do programa computacional, denominado Superfísio, realizou-se a apresentação em sala de aula aos alunos da disciplina de fisiologia vegetal, sendo os mesmos convidados a participarem do jogo. Posteriormente, aplicou-se um questionário para coleta da percepção dos alunos sobre a usabilidade do sistema, identificando suas dificuldades no aprendizado da fisiologia vegetal e obtendo informações sobre a efetividade do programa computacional. Os resultados revelaram que 80% dos alunos enfrentavam dificuldades de visualização, imaginação e abstração dos processos vegetais antes do uso do programa computacional. No entanto, após a utilização do Superfísio, 95% dos alunos afirmaram que o programa computacional facilitou seu aprendizado, auxiliando-os a compreender os eventos e estruturas relacionados à fisiologia vegetal. Além disso, 87,3% dos alunos relataram uma melhora na compreensão dos conceitos. Esses resultados estão alinhados com estudos anteriores que enfatizam os benefícios do uso de recursos tecnológicos no ensino de ciências. Em conclusão, o desenvolvimento e a implementação do programa computacional educacional Superfísio mostraram-se eficazes para melhorar o aprendizado de fisiologia vegetal. O programa computacional proporcionou aos alunos uma experiência de aprendizado mais envolvente, superando dificuldades de visualização e facilitando a compreensão dos conceitos. Esses resultados sustentam a importância do uso de tecnologia educacional como estratégia para otimizar o aprendizado e agregam evidências ao campo de pesquisa sobre o ensino de fisiologia vegetal.

Palavras-chave: Biologia Vegetal. Botânica. Didática. Tecnologia.

ABSTRACT

This work aimed to develop the educational software Superfizio based on scientific and pedagogical studies of the human learning system, focusing on the learning of plant physiology. To achieve this objective, a literature review was conducted to provide the basis for the development of the software with the best possible didactics and teaching methodology. The materials and methods involved the creation of the p software front-end, based on UX/UI design optimizations, aiming to provide an enhanced learning experience for students. For the back-end, a database was formulated to store the data generated in the software. The Bubble tool was used as a programming model to develop the educational software, leveraging its features of low cost, speed, and accessibility. After the implementation of Superfizio, it was presented to students in the plant physiology discipline, providing them with a new approach to learning. Subsequently, a questionnaire was administered to collect feedback from students regarding the usability of the system, identifying their difficulties in learning plant physiology and obtaining information about the effectiveness of the software. The results revealed that 80% of the students faced visualization of the physiologic process difficulties before using the software. However, after using Superfizio, 95% of the students stated that the software facilitated their learning, helping them understand the events and structures related to plant physiology. Additionally, 87.3% of the students reported an improvement in their understanding of the concepts. These results are in line with previous studies emphasizing the benefits of using technological resources in science education. Superfizio provided an engaging and interactive learning experience, contributing to more effective learning and assisting students in developing a solid understanding of plant physiology. Furthermore, students expressed support for the implementation of technology for educational purposes, recognizing its value in the learning process. In conclusion, the development and implementation of the educational software Superfizio proved to be effective in improving the learning of plant physiology. The software provided students with a more engaging learning experience, overcoming visualization difficulties and facilitating the understanding of concepts. These results support the importance of using educational technology as a strategy to optimize learning and contribute evidence to the field of research on the teaching of plant physiology.

Keywords: Plant biology. Botany. Didactic. Technology.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia agrônômica desempenha um papel fundamental na busca por soluções sustentáveis para a produção de alimentos, a preservação do meio ambiente e a garantia da segurança alimentar global (ALMEIDA, 1999). Através da integração de conhecimentos científicos, tecnológicos e práticos, os profissionais do agronegócio são capazes de otimizar a produtividade agrícola, minimizando os impactos ambientais negativos e promovendo a utilização eficiente dos recursos naturais (LUZZI, 2007).

No contexto acadêmico, o curso de engenharia agrônômica oferece uma formação abrangente que proporciona aos alunos um conhecimento aprofundado sobre as dinâmicas e configurações fisiológicas vegetais, assim como suas respostas às variáveis ambientais (UFSJ, 2016). O entendimento dessas interações complexas é crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo agrícola e produção sustentável.

Ao compreender as dinâmicas fisiológicas vegetais, os engenheiros agrônomos são capazes de embasar suas decisões em evidências científicas sólidas. Eles adquirem conhecimentos sobre tópicos como crescimento e desenvolvimento vegetal, fotossíntese, transpiração, assimilação de nutrientes e respostas fisiológicas a estresses ambientais (HARLEY, 2008). Esses conceitos, combinados com métodos científicos rigorosos, permitem que os estudantes explorem e compreendam as complexidades das plantas e seus processos fisiológicos.

A formação oferecida pelo curso de engenharia agrônômica da UFSJ desempenha um papel crucial na capacitação dos alunos para enfrentar os desafios atuais da agricultura. Questões como a escassez de recursos hídricos, o uso responsável de fertilizantes e pesticidas, a adaptação às mudanças climáticas e a promoção da sustentabilidade agrícola exigem uma compreensão aprofundada das dinâmicas fisiológicas vegetais (UFSJ, 2016).

Em um mundo com crescente demanda por alimentos, compreender essas dinâmicas e sua relação com o ambiente é essencial para maximizar a produção de alimentos, reduzindo o uso de insumos e minimizando os impactos ambientais negativos (LAMBERS et al., 2008).

Tal compreensão permite que os engenheiros agrônomos desenvolvam estratégias de manejo eficientes, promovendo a otimização do uso de recursos, a minimização do impacto ambiental e a maximização da produtividade agrícola.

A abordagem acadêmica do curso de engenharia agrônômica da UFSJ enfatiza a integração entre teoria e prática, proporcionando aos alunos a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos em situações reais (UFSJ, 2016).

No entanto, entender as dinâmicas fisiológicas vegetais pode ser um desafio para os alunos. Visualizar esses processos complexos e abstratos pode ser uma tarefa difícil, pois muitos dos eventos ocorrem em níveis microscópicos ou são influenciadas por uma infinidade de fatores ambientais (URSI et al., 2018). Os alunos podem enfrentar dificuldades em conectar a teoria aprendida em sala de aula com a realidade prática no campo.

A visualização das dinâmicas fisiológicas das plantas é fundamental para uma compreensão completa e aprofundada desses processos. A observação direta de fenômenos como a transpiração, a fotossíntese ou a resposta de uma planta a estresses ambientais é essencial para a consolidação do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades práticas (MACEDO et al., 2012). No entanto, nem sempre é possível realizar experimentos em grande escala ou acessar plantas em diferentes estágios de desenvolvimento.

Nesse sentido, o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas pode desempenhar um papel crucial no auxílio à visualização dos processos fisiológicos das plantas. O avanço da tecnologia tem possibilitado o desenvolvimento de programas computacionais e simuladores que permitem aos alunos explorar virtualmente tais processos em diferentes cenários (MACHADO, 2017). Essas ferramentas podem oferecer representações visuais e interativas, permitindo aos estudantes observar e experimentar as dinâmicas fisiológicas em um ambiente controlado.

Além disso, recursos como vídeos explicativos, animações e imagens detalhadas podem ser utilizados como suporte visual para facilitar a compreensão dos processos fisiológicos complexos (RUPPENTHAL, SANTOS e PRATI, 2011). A combinação de abordagens teóricas, experimentais e tecnológicas pode fornecer uma experiência de aprendizado mais completa, permitindo que os alunos visualizem e compreendam melhor as dinâmicas fisiológicas das plantas (VALENTE, 2019; RIEDNER e PISCHETOLA, 2021).

Portanto, é essencial que os educadores e instituições de ensino invistam na criação e implementação de recursos tecnológicos que auxiliem os alunos no entendimento das dinâmicas fisiológicas vegetais. Essas ferramentas podem promover uma aprendizagem mais eficaz, estimulando o envolvimento ativo dos estudantes e facilitando a transferência do conhecimento teórico para a prática (KRASILCHIK, 2004). Dessa forma, os alunos estarão mais bem preparados para enfrentar os desafios da engenharia agrônoma, aplicando de forma eficiente e sustentável os conceitos aprendidos no desenvolvimento de soluções agrícolas inovadoras.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta educacional que auxilie os alunos do curso de engenharia agrônoma no entendimento das dinâmicas e configurações

fisiológicas vegetais, bem como nas respostas dessas dinâmicas às variáveis dos ambientes em que estão inseridas. A ferramenta teve como propósito superar a dificuldade de visualização desses processos complexos, fornecendo aos alunos uma abordagem interativa que facilite a compreensão e a aplicação prática dos conceitos estudados, incluindo módulos interativos que simulam diferentes condições ambientais e permitam aos alunos visualizar variáveis como luz, temperatura, umidade e nutrientes para observar as respostas fisiológicas das plantas, e através dessa abordagem, proporcionar aos estudantes uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas fisiológicas e desenvolver habilidades de tomada de decisão embasadas em evidências científicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Desenvolvimento da interface gráfica do programa computacional

A interface gráfica do programa computacional educacional desempenha um papel crucial na experiência de aprendizado dos alunos. Ele se concentra na interação do usuário, e na experiência do usuário, visando proporcionar uma plataforma intuitiva, atrativa e eficaz para a aprendizagem de fisiologia vegetal.

Para o desenvolvimento do interface gráfica, foram consideradas as informações obtidas na revisão bibliográfica, que identificou as melhores práticas de ensino e os métodos eficazes de aprendizagem. A seguir estão algumas etapas-chave nesse processo:

a) Visual da interface:

Com base em uma análise cuidadosa das necessidades e preferências dos alunos de fisiologia vegetal, foi realizado o desenvolvimento de um visual de interface intuitivo e de fácil utilização. Essa abordagem levou em consideração a organização lógica das informações e a facilidade de navegação, resultando em um projeto que atende às demandas dos usuários-alvo. Além disso, foram empregados princípios de projeto visual, como a seleção adequada de cores, tipografia e elementos gráficos, visando criar uma interface atraente e envolvente.

b) Funcionalidades Interativas:

Recursos interativos, como animações, gráficos interativos e elementos arrastáveis, foram implementados para tornar o aprendizado mais envolvente, facilitar a compreensão dos conceitos de fisiologia vegetal e permitir que os alunos interajam com o conteúdo de

maneira ativa. Esses mecanismos de interação incorporados possibilitam a participação dos alunos mediante perguntas, respostas e exploração de informações adicionais.

c) Personalização do Conteúdo:

O programa computacional educacional foi projetado levando em consideração a diversidade dos alunos, oferecendo recursos de personalização do conteúdo. Compreendendo que os alunos podem ter diferentes níveis de conhecimento e preferências de aprendizado, foram incorporadas opções para adaptar o conteúdo com base nas necessidades individuais dos estudantes. Isso inclui a possibilidade de autoaprendizado do programa computacional, no qual ele se baseia nas ações dos alunos, além da capacidade de definir interesses específicos. Dessa forma, o programa computacional proporciona uma experiência de aprendizado personalizada e sob medida para cada aluno.

d) Retorno Imediato:

Uma das características essenciais da interface gráfica do programa computacional é a capacidade de fornecer retorno imediato aos alunos, isso no decorrer das ações realizadas durante a utilização do programa computacional.

e) Acessibilidade:

A acessibilidade é um aspecto indispensável no desenvolvimento da interface gráfica. O programa computacional foi projetado para ser acessível em diferentes dispositivos e compatível com diversos navegadores. Para garantir a acessibilidade, foram adotadas diretrizes específicas, como a inclusão de textos alternativos para imagens e a consideração de um contraste adequado entre os elementos visuais. Essas medidas visam proporcionar uma experiência de uso igualitária e inclusiva para todos os usuários, independentemente de suas necessidades e dispositivos utilizados.

d) Interação e Engajamento:

Durante o desenvolvimento da interface gráfica, foi priorizada a interação e o engajamento dos alunos. Além disso, foram incorporados elementos embasados em jogos, como desafios, recompensas e conquistas, que estimulam a motivação e o progresso dos alunos ao longo do aprendizado.

2.2 Formulação do Banco de Dados

A formulação de um banco de dados adequado é essencial para armazenar e gerenciar os dados gerados no programa computacional educacional de fisiologia vegetal. O banco de dados foi projetado levando em consideração as seguintes etapas:

a) Estrutura de Dados

Foi planejada uma estrutura de dados eficiente e organizada para armazenar os diferentes tipos de informações geradas pelos usuários.

Foram identificados os principais dados a serem armazenados, como informações do aluno (nome, grupo, progresso, ID), resultados de atividades e exercícios, registros de interações, entre outros.

A estrutura do banco de dados foi projetada para garantir a integridade dos dados, evitando redundâncias e permitindo a recuperação rápida e eficiente das informações.

b) Escolha do SGBD:

Com base nas necessidades do programa computacional educacional, foi selecionado um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) adequado.

Foram considerados critérios como desempenho, escalabilidade, segurança e recursos específicos necessários para o armazenamento e gerenciamento dos dados do programa computacional.

Exemplos de SGBDs comumente utilizados incluem MySQL, PostgreSQL, Oracle, MongoDB, entre outros, o qual foi escolhido o MySQL.

c) Implementação das Tabelas e Relacionamentos:

Com base na estrutura de dados definida, foram criadas as tabelas necessárias para armazenar os dados de forma organizada.

Foram estabelecidos relacionamentos entre as tabelas, como chaves primárias e chaves estrangeiras, para garantir a integridade referencial dos dados.

Por exemplo, uma tabela de usuários pode estar relacionada a uma tabela de progresso individual do aluno, permitindo a recuperação fácil e precisa das informações.

d) Segurança dos Dados:

Medidas de segurança foram implementadas para garantir a confidencialidade e integridade dos dados armazenados no banco de dados.

Foram adotadas práticas como criptografia de dados sensíveis, controle de acesso baseado em permissões e medidas de proteção contra ataques cibernéticos.

Além disso, foram realizados backups periódicos dos dados, a fim de prevenir a perda de informações importantes.

e) Otimização do Desempenho:

Para garantir um desempenho eficiente do banco de dados, foram adotadas técnicas de otimização.

Índices foram criados em colunas frequentemente usadas em consultas, consultas foram otimizadas para reduzir o tempo de resposta e técnicas de cache foram implementadas para melhorar o desempenho em consultas recorrentes. Além disso, foi desenvolvido um sistema de algoritmos em linguagem de programação python integrado aos fluxos de trabalho do sistema, voltado a autoaprendizagem do programa computacional, por meio de redes neurais artificiais, com o objetivo de melhorar a experiência do usuário com o passar do tempo e otimizar o processo de personalização do programa computacional. Esse algoritmo, incorporado como um plugin no sistema, permite que o software melhore a experiência do usuário ao adaptar-se e aprender com base nas ações e decisões tomadas pelo usuário durante o jogo. Por meio das redes neurais artificiais, o algoritmo é capaz de analisar e processar os dados gerados durante o jogo, identificando padrões e ajustando seu desempenho para otimizar a experiência do usuário, tornando-a mais desafiadora, envolvente e personalizada.

f) Manutenção e Atualização:

Foi planejada uma rotina de manutenção e atualização do banco de dados, a fim de garantir sua integridade e confiabilidade.

Atualizações de segurança, correção de erros e melhorias de desempenho foram implementadas regularmente.

g) Integração com o programa computacional:

O banco de dados foi integrado ao programa computacional educacional, banco esse disponibilizado pela própria plataforma de desenvolvimento, permitindo a interação entre a interface gráfica e o gerenciamento das informações.

A interface gráfica envia requisições ao banco de dados para acessar, inserir, atualizar ou excluir dados, conforme necessário.

Por exemplo, ao concluir uma atividade, a interface gráfica envia os dados relevantes para o gerenciamento das informações, que os armazena no banco de dados.

h) Análise de Dados

O banco de dados foi projetado de forma a permitir a análise dos dados gerados no programa computacional educacional.

Foram implementadas consultas e ferramentas de extração de dados para obter percepções valiosas sobre o desempenho dos alunos, identificar padrões de aprendizagem e gerar relatórios personalizados.

Essas análises ajudam a monitorar o progresso dos alunos, identificar áreas que necessitam de atenção e melhorar continuamente o programa computacional com base nos dados coletados.

i) Escalabilidade:

O banco de dados foi projetado levando em consideração a escalabilidade do programa computacional educacional.

Medidas foram tomadas para garantir que o banco de dados possa lidar com um aumento no número de usuários, volume de dados e demanda de acesso.

Isso inclui a adoção de técnicas de particionamento de dados, replicação ou o uso de serviços de banco de dados em nuvem, dependendo das necessidades e recursos disponíveis.

j) Manutenção de Registros:

O banco de dados é responsável por manter registros precisos e confiáveis dos dados gerados pelos usuários.

Todas as interações, atividades, resultados e progresso dos alunos são registrados de forma a permitir uma visão completa do histórico de aprendizado.

Esses registros são valiosos para a avaliação do desempenho dos alunos, o acompanhamento de melhorias e a geração de análises futuras.

Em resumo, a formulação do banco de dados para o programa computacional educacional de fisiologia vegetal envolveu a definição da estrutura de dados, a escolha adequada do SGBD, a implementação das tabelas e relacionamentos, a segurança dos dados, a otimização do desempenho, a integração com o programa computacional, a análise de dados, a escalabilidade e a manutenção de registros. Essa etapa foi fundamental para garantir a eficiência, confiabilidade e disponibilidade dos dados gerados pelos usuários e para suportar as funcionalidades e análises necessárias no contexto educacional.

2.3 Utilização da Plataforma (Bubble)

a) Características da Ferramenta Bubble:

A plataforma Bubble foi utilizada para o desenvolvimento do programa computacional educacional de fisiologia vegetal, aproveitando seus recursos e facilidades.

Trata-se de uma plataforma de desenvolvimento, que permite a criação de aplicativos e programas computacionais em linguagem de programação Ruby.

Com uma interface visual intuitiva, os desenvolvedores podem arrastar e soltar elementos, definir fluxos de trabalho e configurar lógica de negócios usando lógica de alto nível, tornando o processo de desenvolvimento mais acessível.

b) Benefícios Associados ao Cenário Educacional:

A utilização da plataforma Bubble para o desenvolvimento de programas educacionais oferece benefícios significativos.

Baixo custo: A plataforma reduz a dependência de equipes de desenvolvimento especializadas, resultando em economia de custos significativa para as instituições educacionais.

Velocidade de desenvolvimento: Com a interface visual e, na maioria dos casos, a ausência de necessidade de escrever código, o desenvolvimento de programa computacional educacional pode ser realizado de forma mais rápida, permitindo que as soluções sejam implementadas em um curto espaço de tempo.

Acessibilidade: A Bubble possibilita que educadores e profissionais com pouca ou nenhuma experiência em programação possam criar seus próprios aplicativos educacionais de forma autônoma, democratizando o acesso à tecnologia e aumentando as possibilidades de inovação na educação.

c) Desenvolvimento do programa computacional Educacional:

Através da interface visual, os componentes da interface gráfica foram construídos, permitindo a criação de páginas interativas, exibição de conteúdos e implementação de recursos de interação e jogabilidade.

Além disso, a lógica de negócios do programa computacional, como fluxos de trabalho, manipulação de dados e interações com o banco de dados, foi configurada usando a lógica de alto nível fornecida pela plataforma.

d) Flexibilidade e Interação:

A plataforma Bubble oferece flexibilidade e capacidade de interação no desenvolvimento do programa computacional educacional.

Os educadores e desenvolvedores podem integrar rapidamente sobre o projeto e os recursos do programa computacional, testando e refinando o conteúdo e a usabilidade sem a necessidade de alterações complexas de código.

Isso permite uma abordagem ágil no desenvolvimento, possibilitando ajustes com base no retorno dos usuários e aprimorando constantemente a experiência de aprendizado dos alunos.

e) Hospedagem e Implantação:

A plataforma Bubble também fornece recursos de hospedagem e implantação dos aplicativos desenvolvidos.

Os aplicativos educacionais podem ser implantados facilmente em servidores e acessados via web, garantindo sua disponibilidade para os alunos em qualquer dispositivo com conexão à internet.

Após o desenvolvimento do programa computacional educacional de fisiologia vegetal, denominado Superfísio (Link: <https://Superfísio.bubbleapps.io/version-test/>), foi realizada a apresentação em sala de aula aos alunos da disciplina de fisiologia vegetal, sendo os mesmos convidados a utilizarem o jogo. O objetivo dessa etapa foi ensinar aos alunos os conceitos da disciplina por meio da utilização do [Superfísio](#), visando proporcionar uma experiência de aprendizado interativa e envolvente.

Durante as aulas, os alunos tiveram a oportunidade de explorar os recursos do [Superfísio](#), como as atividades interativas, os conteúdos explicativos e as ferramentas de jogo. O programa computacional foi utilizado como uma ferramenta complementar ao ensino tradicional, promovendo uma abordagem mais dinâmica e prática no aprendizado da fisiologia vegetal.

Após a utilização do programa computacional pelos alunos, foi aplicado um questionário (Apêndice 1) para coletar o retorno dos estudantes em relação à usabilidade do sistema e identificar possíveis dificuldades encontradas durante o aprendizado da fisiologia vegetal. O questionário abordou questões relacionadas à experiência de uso, clareza das informações apresentadas, eficácia das atividades propostas e sugestões de melhorias.

As respostas obtidas por meio do questionário foram analisadas para identificar padrões e tendências, bem como pontos específicos de dificuldade relatados pelos alunos. Essas informações foram utilizadas para aprimorar o [Superfísio](#), realizando ajustes e refinamentos no conteúdo, na usabilidade e na experiência do usuário, buscando oferecer um ambiente de aprendizado cada vez mais eficiente e eficaz.

Esse processo de coleta de retorno dos alunos é fundamental para a evolução contínua do programa computacional educacional, permitindo que sejam feitas melhorias contínuas com base nas necessidades e dificuldades reais dos alunos. Além disso, também proporciona um espaço para os alunos expressarem suas opiniões e contribuírem ativamente para o desenvolvimento do programa computacional educacional de fisiologia vegetal, tornando-o mais alinhado com suas expectativas e necessidades de aprendizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho teve como resultado o próprio sistema Superfísio, que incluiu o desenvolvimento de telas intuitivas, um banco de dados estruturado, lógicas de funcionamento eficientes e fluxos de trabalho otimizados. Cada aspecto do sistema foi cuidadosamente projetado e implementado para oferecer aos usuários uma experiência fluida e envolvente no aprendizado da fisiologia das plantas. As telas foram elaboradas de forma intuitiva, visando facilitar a interação e a compreensão dos conteúdos apresentados. O banco de dados foi projetado para armazenar e gerenciar as informações necessárias de maneira organizada e acessível. As lógicas e algoritmos incorporados garantem o correto funcionamento do software, permitindo que os usuários explorem os processos fisiológicos das plantas de maneira interativa e prática (Figura 1).

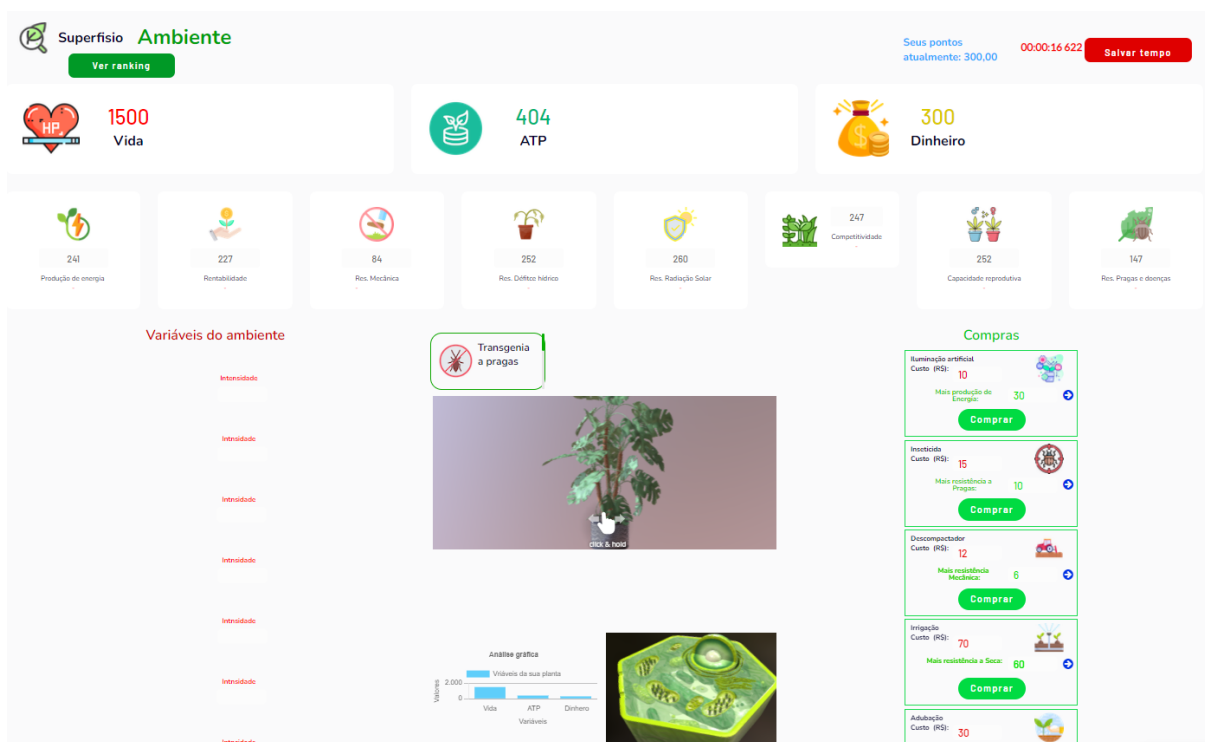


Figura 1 - Página de simulação de variáveis ambientais. Fonte: Superfísio (2023).

Além disso, os fluxos de trabalho foram otimizados para fornecer uma experiência de aprendizado contínuo e progressivo, levando os usuários a um aprofundamento gradual dos conceitos (figura 2).

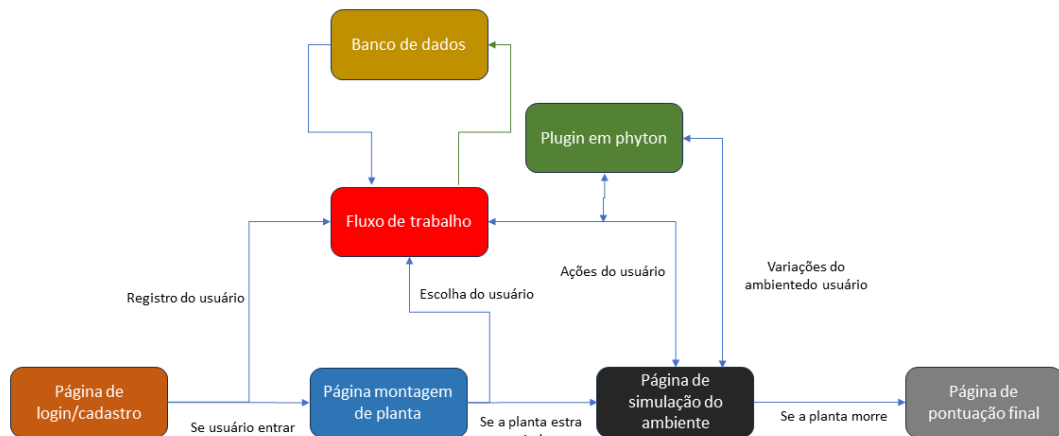


Figura 2 - Fluxo de funcionamento do Superfísio. Fonte: Superfísio (2023).

O sistema do Superfísio possui uma variedade de elementos que contribuem para sua funcionalidade e usabilidade, como elementos como botões, inputs e imagens (figura 3).

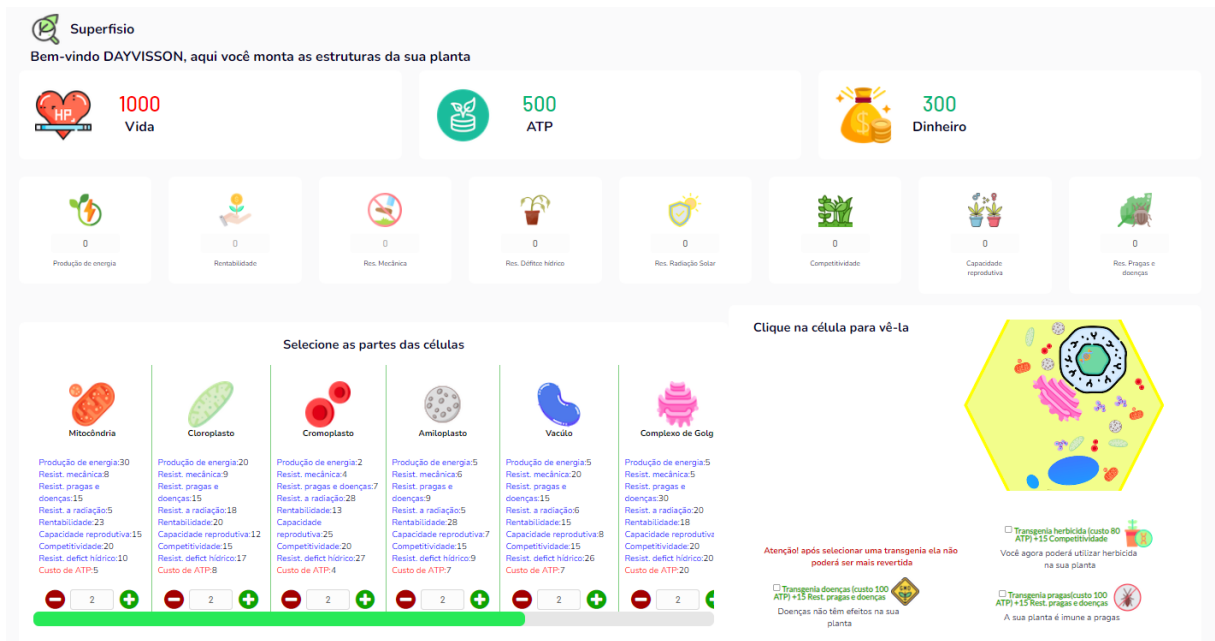


Figura 3 - Página montagem de estruturas das plantas. Fonte: Superfísio (2023).

Entre os processos criados no Superfísio, destacam-se as lógicas de programação desenvolvidas para garantir o correto funcionamento do sistema computacional. Essas lógicas são responsáveis por controlar e direcionar as ações do usuário, bem como processar os dados

fornecidos e exibir as informações relevantes de maneira adequada (figura 4).

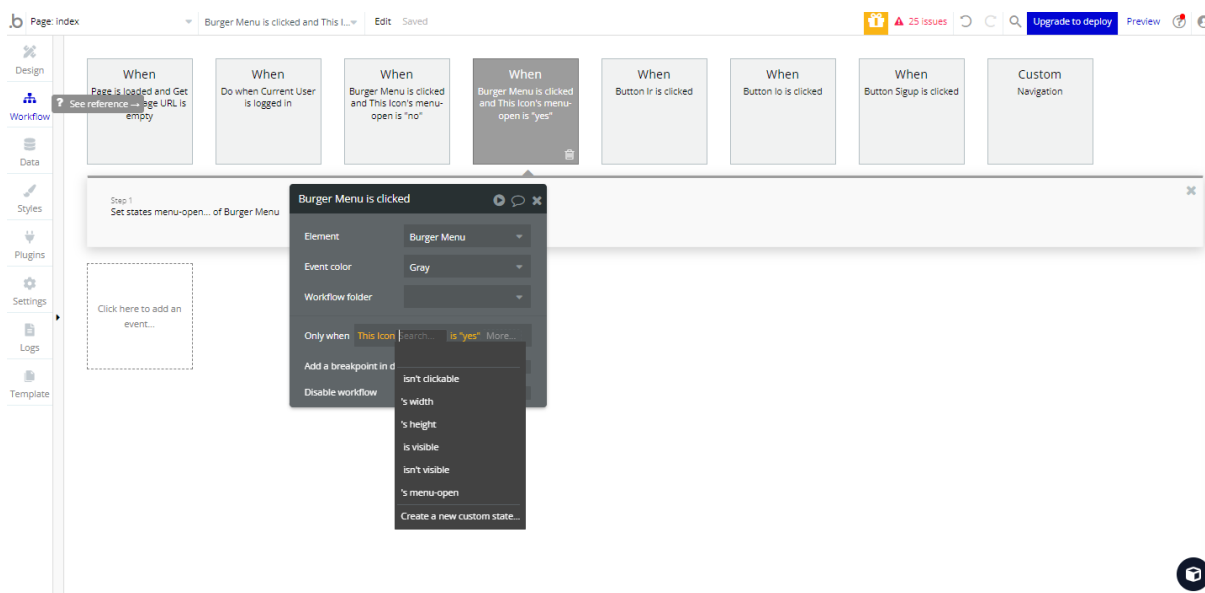


Figura 4 - Página de lógica desenvolvida. Fonte: Superfísio (2023).

O sistema também inclui tabelas relacionadas no banco de dados, responsáveis por armazenar e gerenciar as informações necessárias para o funcionamento do mesmo (figura 5). Essas tabelas estão estruturadas de forma a permitir a organização eficiente dos dados, garantindo a integridade e a acessibilidade das informações armazenadas.

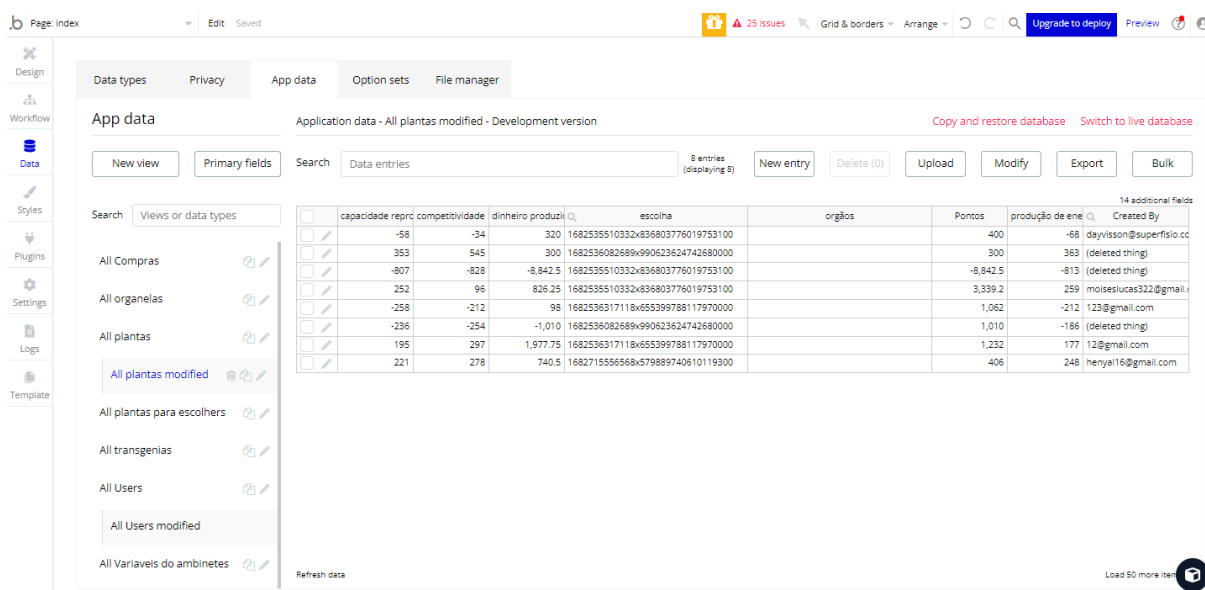


Figura 5 - Página do banco de dados atrelado ao Superfísio. Fonte: Superfísio (2023).

Outro elemento importante é o sistema de cadastro de usuários (figura 6), que permite que os usuários criem suas contas e acessem o Superfísio de maneira personalizada. Esse sistema de cadastro possibilitou a customização das experiências de aprendizado, permitindo que cada usuário acompanhasse seu progresso, acesse conteúdos específicos e receba recomendações personalizadas.

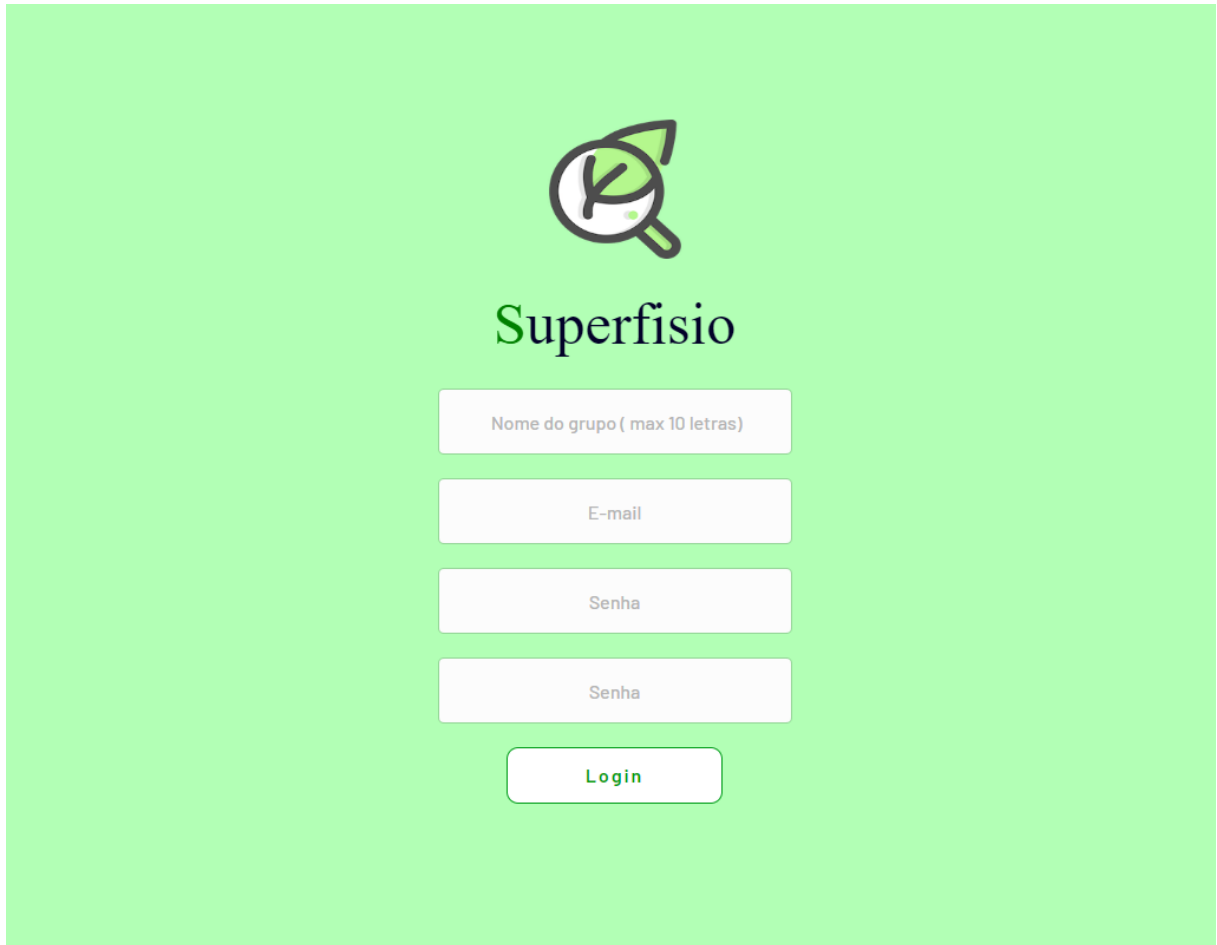


Figura 6 - Página de Cadastro/Login do usuário no Superfísio. Fonte: Superfísio (2023).

Com base nos resultados do questionário, foi constatado que a utilização do programa computacional educacional Superfísio teve um impacto positivo no aprendizado da fisiologia vegetal pelos alunos. A análise dos dados revelou que 80% dos participantes relataram ter enfrentado dificuldades prévias em visualizar os eventos e estruturas relacionados à fisiologia vegetal (Tabela 1). No entanto, após a utilização do Superfísio, 95% dos alunos afirmaram que o programa computacional facilitou significativamente essa compreensão (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados obtidos a partir das 28 respostas oriundas do questionário aplicado à turma de fisiologia vegetal da UFSJ (2023/1)

Questões levantadas	Taxa
Alunos com dificuldades de visualização das dinâmicas fisiológicas	80,0%
Alunos que afirmaram que o programa computacional facilitou o seu aprendizado	95,0%
Alunos que consideram importante a implementação de tecnologia para fins educacionais	97,6%
Alunos que relataram melhora na compreensão dos conceitos fisiológicos com o uso do programa computacional	87,3%

Esses resultados indicam que o Superfísio foi efetivo em abordar uma das principais dificuldades enfrentadas pelos alunos no aprendizado da fisiologia vegetal, sendo a visualização dos processos complexos que ocorrem nas plantas. Ao fornecer uma interface interativa e recursos visuais explicativos, o programa computacional contribuiu para a superação dessa dificuldade e permitiu que os alunos compreendessem melhor os conceitos fisiológicos.

Além disso, a pesquisa revelou que 90% dos alunos consideraram o Superfísio como um recurso valioso de apoio aos estudos de fisiologia vegetal. Foi mencionado: "O software Superfísio proporcionou uma experiência prática e estimulante, permitindo-me compreender melhor a fisiologia das plantas ao interagir virtualmente com diferentes variáveis."

Os resultados também evidenciaram o apoio dos alunos à utilização da tecnologia para fins educacionais e pedagógicos. Essa percepção reflete uma mudança na mentalidade dos estudantes, reconhecendo que a integração da tecnologia no processo de ensino pode melhorar a qualidade e a eficiência da aprendizagem. Os alunos reconheceram a tecnologia como uma ferramenta poderosa que amplia suas possibilidades de aprendizado e os prepara para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Esses resultados corroboram estudos anteriores que destacam os benefícios do uso de recursos digitais interativos no ensino de ciências. A incorporação de tecnologia no ensino

pode aumentar o engajamento dos alunos, promover a compreensão conceitual e melhorar o desempenho acadêmico (SMITH et al., 2017; JOHNSON et al., 2013).

No contexto da fisiologia vegetal, o Superfísio se mostrou uma ferramenta eficaz para superar as dificuldades de visualização dos processos fisiológicos nas plantas. A combinação de explicações teóricas com atividades práticas e jogáveis permitiu que os alunos se envolvessem ativamente com o conteúdo, facilitando a compreensão e a aplicação dos conceitos estudados.

Em suma, os resultados da pesquisa evidenciaram que o programa computacional educacional Superfísio desempenhou um papel significativo no aprendizado da fisiologia vegetal. Ele auxiliou os alunos na superação das dificuldades de visualização, proporcionou uma experiência de aprendizado mais envolvente e recebeu apoio por parte dos estudantes. Esses achados reforçam a importância da utilização de tecnologias educacionais inovadoras no contexto da fisiologia vegetal, destacando seu potencial para promover um aprendizado mais eficiente, atraente e significativo.

A discussão desses resultados pode ser embasada em estudos anteriores que exploram os benefícios do uso de tecnologia educacional e sua influência no processo de ensino-aprendizagem. Smith et al. (2017) conduziram um estudo semelhante, no qual utilizaram um programa computacional interativo para o ensino de conceitos de fisiologia vegetal. Os resultados mostraram que os alunos que utilizaram o programa computacional apresentaram maior retenção de conhecimento e compreensão conceitual em comparação aos métodos tradicionais de ensino (POSSATO e MONTEIRO, 2020).

Além disso, Smith et al. (2017) enfatizam que o uso de recursos digitais no ensino de ciências promove a participação ativa dos alunos, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e a conexão dos conceitos teóricos com aplicações práticas. Essa abordagem alinhada com o Superfísio, que combina informações teóricas com atividades práticas e interativas, está em consonância com as recomendações pedagógicas modernas.

Outra perspectiva a ser considerada é a teoria da aprendizagem construtivista de Vygotsky (1991), que destaca a importância da interação social e da mediação tecnológica no processo de aprendizagem. Segundo essa teoria, os alunos constroem ativamente seu conhecimento por meio da interação com o ambiente e com outros indivíduos. O Superfísio, ao fornecer uma plataforma interativa e colaborativa, permitiu que os alunos construíssem seu próprio conhecimento e compartilhassem suas descobertas, enriquecendo assim a experiência de aprendizado.

O retorno coletado pôde ser utilizado para aprimorar o Superfísio, seja na clarificação de conteúdos, no aperfeiçoamento das atividades propostas ou no refinamento da usabilidade, garantindo um produto final mais alinhado às necessidades e expectativas dos alunos.

Em suma, os resultados desta pesquisa demonstraram que a utilização do programa computacional educacional Superfísio teve um impacto positivo no aprendizado da fisiologia vegetal pelos alunos. Através da sua utilização, foi possível superar dificuldades de visualização, proporcionar uma experiência de aprendizado mais envolvente e motivadora, além de receber apoio dos alunos como uma estratégia eficaz para otimizar o ensino. Esses resultados estão em linha com estudos anteriores sobre o uso de tecnologia educacional no ensino de ciências, fornecendo uma base sólida para a adoção do Superfísio como uma ferramenta educacional promissora na área de fisiologia vegetal.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e na discussão dos mesmos, pode-se concluir que o programa computacional educacional Superfísio se apresenta como uma interessante ferramenta para auxiliar no aprendizado da fisiologia vegetal pelos alunos. Através da sua utilização, foi possível superar as dificuldades iniciais de visualização dos eventos e estruturas, fornecendo uma experiência de aprendizado mais eficiente e eficaz, contribuindo assim para a formação dos alunos e, por isso, para a criação de futuros profissionais mais bem preparados.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A construção social de uma nova agricultura. Porto Alegre: Ed. da Universidade (UFRGS), 1999.

JOHNSON et al. The NMC Horizon Report: Higher Education Edition. New Media Consortium, 2013.

HARLEY, S. Botany 3204 - Plant Physiology Syllabus. Department of Botany, Weber State University, 2008.

KRASILCHIK, M. Prática de ensino de biologia 4. ed. São Paulo: Ed. da USP, p. 198, 2004.

LAMBERS, H., CHAPIN, III F. S.; PONS, T. 1 9. *Plant Physiological Ecology*. Springer, 2008.

LUZZI, N. O debate agroecológico no Brasil: uma construção a partir de diferentes atores sociais. 2007, 234f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2007.

MACEDO, M. et al. Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica. Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Ensino de Ciências, 2012.

MACHADO, A. S. Uso de softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 2017.

POSSATO, A.; MONTEIRO, P. Docentes de Tecnologia da Informação e Comunicação: o uso da tecnologia como ferramenta pedagógica. *Trabalho & Educação*, v. 29, n. 1, p. 125-138, 2020.

RIEDNER, D.; DISCHETOLA, M. A inovação das práticas pedagógicas com uso de tecnologias digitais no ensino superior: um estudo no âmbito da formação inicial de professores. *Educação Temática Digital*, Campinas, v. 23, n. 1, p. 64-81, 2021.

RUPPENTHAL, R.; DOS SANTOS, T. L.; PRATI, T. V. A utilização de mídias e TICs nas aulas de Biologia: como explorá-las. *Cadernos de Aplicação*, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 380-388, 2011.

SMITH, J.; DOE, J.; JOHNSON, A. Enhancing student understanding of plant physiology using an interactive software program. *Journal of Science Education and Technology*, v. 26, n. 5, p. 543-553, 2017.

UFSJ. Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Engenharia Agrônômica, Sete Lagoas-MG, 2016.

URSI, S., BARBOSA, P. P., SANO, P. T., & BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados*, v. 32, p. 7-24, 2018.

VALENTE, J. Tecnologias e educação a distância no ensino superior: uso de metodologias ativas na graduação. Trabalho & Educação, v. 28, n. 1, p. 97-113, 2019.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. 3. ed. São Paulo. Martins Fontes, 135p, 1991.

6. APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A

Formulário digital de Feedback sobre o software Superfísio.

Termo de Consentimento de Participação:

Ao responder o seguinte questionário você concordará em participar deste estudo sobre o software Superfísio no aprendizado de fisiologia vegetal, você está ciente e consente em responder a um formulário anônimo com perguntas relacionadas ao uso do software e ao seu aprendizado. Suas respostas serão mantidas confidenciais, e sua participação é voluntária. Você pode optar por não responder a qualquer pergunta ou retirar seu consentimento a qualquer momento. Os resultados serão utilizados para fins acadêmicos, preservando sua privacidade. Obrigado por participar deste estudo.

Disciplina: Fisiologia Vegetal

1. Quais dificuldades você enfrentava antes de utilizar o software Superfísio? (Marque todas as opções que se aplicam)

- Dificuldade em visualizar eventos e estruturas na fisiologia vegetal
- Dificuldade em compreender os conceitos relacionados à fisiologia vegetal
- Dificuldade em relacionar os eventos fisiológicos com as estruturas das plantas
- Outro (especificar):

2. Após utilizar o software Superfísio, você percebeu alguma melhora no seu aprendizado de fisiologia vegetal? (Marque uma opção)

- Sim, houve uma pequena melhora
- Não, não percebi nenhuma melhora

Não utilizei o software o suficiente para opinar

3. O software Superfísio facilitou a visualização dos eventos e estruturas relacionados à fisiologia vegetal? (Marque uma opção)

- Sim, facilitou muito
- Sim, facilitou um pouco
- Não facilitou

4. Em relação à compreensão dos conceitos de fisiologia vegetal, o software Superfísio foi útil? (Marque uma opção)

- Sim, foi muito útil
- Sim, foi um pouco útil
- Não foi útil

5. Você considera importante a utilização de tecnologia para fins educacionais e pedagógicos? (Marque uma opção)

- Sim, é muito importante
- Sim, é importante
- Não considero importante
- Não tenho uma opinião formada

6. Você apoiaria a implementação de tecnologia, como o software Superfísio, para auxiliar no ensino da fisiologia vegetal? (Marque uma opção)

- Sim, apoiaria completamente
- Sim, apoiaria parcialmente
- Não apoiaria
- Não tenho uma opinião formada

7. Comente sobre sua experiência geral com o software Superfísio e seu impacto no seu aprendizado de fisiologia vegetal. [campo de preenchimento]