

A CONSTRUÇÃO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM FISILOGIA VEGETAL COMO ESTRATÉGIA PARA AMPLIAÇÃO DA PERCEPÇÃO BOTÂNICA

THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC DISSEMINATION TEXTS IN PLANT PHYSIOLOGY AS A STRATEGY FOR EXPANDING BOTANICAL PERCEPTION

LA CONSTRUCCIÓN DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN FISIOLÓGÍA VEGETAL COMO ESTRATEGIA PARA AMPLIAR LA PERCEPCIÓN BOTÁNICA

*Glauber Almeida de Lemos¹, Marcelo Guerra Santos²,
Marcelo Diniz Monteiro de Barros³*

Resumo

Neste trabalho, utilizamos a estratégia de relacionar áreas e temas de interesse de estudantes com a Fisiologia Vegetal, para a produção de textos de divulgação científica (TDCs) como recurso didático. Assim, estudantes inscritos numa disciplina de fisiologia vegetal de uma universidade pública foram instigados quanto a sua relação com a botânica e orientados a produzirem ao final do semestre letivo TDCs que correlacionassem as suas áreas de interesse e/ou projetos que desenvolvem, com a fisiologia vegetal. Os 27 TDCs produzidos evidenciaram a capacidade de interligação do conteúdo da disciplina com outras áreas e que estimular essa “costura” se mostrou uma boa metodologia ativa, contribuindo para uma maior contextualização da botânica.

Palavras-chave: Impercepção Botânica; Metodologia Ativa; Ensino de Botânica.

Abstract

In this work we bring together the strategy of relating areas and themes of interest to students with Plant Physiology, aiming to produce scientific dissemination texts (SDTs) as a teaching resource. Therefore, students enrolled in the plant physiology discipline at a public university were encouraged to explore their relationship with botany and instructed to produce SDTs at the end of the school semester that were correlated to their areas of interest and/or projects they developed with plant physiology. The 27 SDTs produced demonstrated the ability to interconnect the subject content with other areas of knowledge. And by stimulating this connection, it proved to be a good active methodology, contributing to a greater contextualization of botany.

Keywords: Botanical Imperception; Active Methodology; Botany Teaching.

¹ Mestrado em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil (UFRJ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Professor Assistente - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. E-mail: lemosgal@gmail.com

² Doutor em Ciências Biológicas (Botânica) - Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Professor Associado - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. E-mail: marceloguerrasantos@gmail.com

³ Doutor em Ensino em Biociências e Saúde - Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Professor adjunto IV - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas). Belo Horizonte, MG - Brasil. E-mail: marcelodiniz@pucminas.br

Resumen

Utilizamos la estrategia de relacionar áreas y temas de interés de los estudiantes con la Fisiología Vegetal para la producción de textos de divulgación científica (TDCs) y verificar su potencial como recurso didáctico y de ampliación de la percepción botánica. Los estudiantes matriculados en un curso de fisiología vegetal en una universidad pública fueron incentivados sobre su relación con la botánica y se les instruyó a producir TDCs al final del semestre académico que correlacionaran sus áreas de interés y/o proyectos que desarrollan con la fisiología vegetal. Los 27 TDCs producidos demostraron la capacidad de interconectar los contenidos con otras áreas y que estimular esta “costura” resultó ser una buena metodología activa, contribuyendo a una mayor contextualización de la botánica.

Palabras clave: Impercepción Botánica; Metodología Activa; Enseñanza de la Botánica.

1 Introdução

Mesmo sendo chamada de a “*Scientia amabilis*”⁴ como Carl Nilsson Linnaeus (século XVIII) a definiu, e ter o seu início como ciência ainda na Grécia antiga com os escritos do filósofo Teofrasto (371 a.C. - 287 a.C.), a Botânica ainda costuma ser negligenciada (Salatino; Buckeridge, 2016) em todo o mundo. Para estes e outros autores, o ensino da Botânica, nos mais diferentes níveis de escolaridade, apesar da “amabilidade” de sua ciência, sempre foi considerado de difícil execução tamanha a rejeição e resistência que estudantes e professores têm com os diversos temas botânicos e pela forma como são apresentados em todo o mundo (Niklas, 1995; Towata; Ursi; Santos, 2010).

Segundo Silva (2013) e Conceição, Oliveira e Fireman (2020) a formação docente e o domínio científico são fatores que dificultam o ensino-aprendizagem da Botânica, enquanto Santos et al (2021), apontam a pouca articulação entre conhecimento pedagógico e o botânico. Já a falta de infraestrutura nas escolas (Kinoshita et al., 2006), número reduzido de pesquisas (Ursi et al., 2018) e o distanciamento entre universidade e escola (Kinoshita et al., 2006; Macedo; Ursi, 2016), seriam os outros fatores que dificultam o ensino de botânica. Além disso, se considerarmos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997; Brasil, 2000) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que atualmente regulam as normas para o ensino de Ciências Naturais e Biologia, pouca referência a Botânica é encontrada (Ursi et. 2018).

A Fisiologia vegetal é um dos temas tradicionalmente considerados de mais difícil abordagem na Botânica. Esse fato é atribuído a sua complexidade e amplitude dos assuntos, uma vez que seus conteúdos estão comumente inter-relacionados com diversas outras áreas e subáreas das Ciências da Natureza, como, Física, Química, Bioquímica, Biofísica, Ecologia,

⁴ <http://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/glossario-da-colecao-didatica-do-canto-das-flores>: Curiosa e histórica denominação dada por Linnaeus à Botânica, pois apesar do seu rigor, pode ser uma ciência amada, já que desperta interesse, afeição e encantamento daqueles que a ela se dedicam.

Microbiologia, Genética, Anatomia e Morfologia vegetal, entre outros, o que pode dificultar a compreensão de seus conteúdos (Silva Júnior, 2021; Duarte, 2021). Além disso, a dificuldade na realização de atividades práticas, por exemplo (Santos et al, 2021) é outro grande obstáculo. Ultrapassar essa “barreira” vem sendo um dos grandes desafios de professores, nos 3 níveis de ensino (Fundamental, Médio e Superior), conforme discutido por Vasques et al (2021), quando aborda o aprendizado ativo no ensino de botânica.

O processo de ensino-aprendizagem da fisiologia vegetal, em muitas oportunidades, exige de estudantes certa abstração para o entendimento dos fenômenos e dos processos fisiológicos que atuam nas plantas, principalmente se levarmos em conta somente a utilização de livros para seu ensino, o que pode resultar em um menor aprendizado dos conteúdos (Duarte, 2021). Neste sentido, há que se pensar na necessidade de utilização de metodologias diferentes para o ensino da Fisiologia vegetal, haja visto que a abordagem de um único tipo de metodologia tende a dificultar a aprendizagem dos seus conteúdos, podendo aumentar ainda mais o abismo existente entre esta disciplina e o/as aluno/as e até professores, gerando frustração e desinteresse pelo tema (Silva Júnior, 2021).

Além disso, a própria complexidade da fisiologia vegetal é apontada como um dos grandes desafios dentro do ensino de Botânica. Em uma pesquisa junto a docentes do Ensino Médio, Macedo, et al. (2012) ao investigarem as possíveis dificuldades de estudantes no aprendizado de Botânica, perceberam que os temas “Ciclo de vida” e “Fisiologia” eram os que apareciam como os mais difíceis para estudantes aprenderem, de acordo com professores e professoras entrevistados. Esses docentes, segundo a autora e colaboradores da pesquisa, relataram que as principais dificuldades apresentadas por estudantes para aprender Botânica incluía a dificuldade em temas específicos, como a fotossíntese (Macedo, et al., 2012).

A fotossíntese, por exemplo, é o tema a ser “encarado” dentro da Botânica e particularmente na Fisiologia vegetal. Souza e Almeida (2002) buscaram compreender o que estudantes da 8º série (atual 9º ano) entendiam sobre essa temática. As autoras perceberam que muitos estudantes possuíam a tendência em apresentar a respiração das plantas como sinônimo de fotossíntese, além de que, na maioria das vezes desconheciam que a respiração dos vegetais ocorre nas 24 horas do dia. Além disso, era comum utilizar a palavra “fotossíntese” como sinônimo de reprodução, energia, respiração, alimento, entre outros, evidenciando uma concepção equivocada sobre o fenômeno (Souza; Almeida, 2002).

Ainda em relação as dificuldades de estudantes frente a temática da fotossíntese, Junqueira (2012) ressalta que vários estudantes do Ensino Fundamental e Médio, possuem dificuldades em relação à função da fotossíntese para o vegetal, identificando a produção do oxigênio como sendo a sua principal função. Assim, não compreendem adequadamente a fotossíntese, ou seja, não a entendem como uma função de nutrição vegetal ou a respiração como função de produção de energia (Junqueira, 2012).

A importância no aprendizado da fotossíntese e respiração, reside no fato de serem temas que envolvem conceitos fundamentais para o ensino de ciências, possibilitando uma visão abrangente dos mecanismos e dos ciclos de vida dos seres vivos, da composição das células vegetais, do aquecimento global, mudanças climáticas, entre outros (Pitanga et al., 2010). A propósito, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs - (Brasil, 1997; Brasil, 2000) também sugerem que a fotossíntese seja abordada de maneira mais ampla, relacionando-a a outros conteúdos da Biologia, como as cadeias alimentares, o fluxo de energia, os ciclos biogeoquímicos, dentre outros, esperando que seu ensino não esteja apenas centrado em fórmulas, memorização de nomes ou fases do processo (Barbosa, et al., 2016). Apesar dessa recomendação, Pitanga, et al. (2010) ressaltam que o conteúdo de fotossíntese, por ser bastante complexo e ministrado de forma tradicional, tem levado estudantes a decorarem fórmulas e equações.

A fotossíntese, sem dúvida, sendo um dos temas principais da fisiologia vegetal e da botânica, não pode ser o único a ser considerado nos processos de ensino-aprendizagem botânico. Temas como nutrição vegetal e produção de energia, além de metabólitos secundários evidenciam aos estudantes que os vegetais são seres vivos, se relacionam com outros organismos e que possuem e resolvem problemas decorrentes da necessidade de sobrevivência e reprodução (Junqueira, 2012), apesar de toda a estaticidade que aparentam ter. A incrível capacidade das plantas de se comunicar, não só entre si, mas com diversos outros organismos vivos através de seus vários “sinais químicos” produzidos pela sua incrível maquinaria química (Mancuso, 2019) evidencia a importância dos estudos de química, bioquímica, biofísica, ecologia, farmacologia, entre outras áreas, que devem ser aliados no entendimento do metabolismo secundário vegetal que, não por acaso, é a base da “medicina popular”, por conta do grande uso das plantas medicinais pela população humana, no Brasil e em vários países, mundo afora (Silva; Proença, 2008; Trotta et al., 2012; Newall et al., 2002).

Todas estas situações apresentadas no ensino-aprendizagem da fisiologia vegetal reforçam o quanto a impercepção botânica está presente não só em nossa sociedade - com a humanidade, de maneira geral, ignorando a presença das plantas em sua rotina diária e na natureza - assim como nos locais onde se discute e se aprende (ao menos deveria) a Botânica como é o “mundo acadêmico” das Universidades, levando a denominação do termo “Cegueira Botânica”.

A chamada cegueira botânica, como proposto pela primeira vez por James H. Wandersee e Elizabeth E. Schussler (1999, 2001), é (a) a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no cotidiano; (b) a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas; e, (c) a ideia de que as plantas sejam seres inferiores aos animais, portanto, não merecedoras de atenção equivalente. O fenômeno da invisibilidade das plantas é reconhecido mundialmente há décadas e pode ser explicado como um processo evolutivo em que os seres humanos se tornaram mais adaptados a prestarem mais atenção aos animais, como um mecanismo de defesa e/ou em busca da caça (New et al., 2007). Ramalho et al. (2017) consideram que as florestas são consideradas como um “borrão verde”,

sendo as plantas um “pano de fundo” para os outros seres vivos. Isto se torna evidente, por exemplo, nos esforços para a conservação da natureza, na qual esta invisibilidade botânica acaba privilegiando os animais em detrimento dos vegetais (Balding; Willians, 2016; Oliveira; Liesenfield, 2020). Ainda segundo Wandersse e Schussler (2001) aquelas pessoas que durante algum momento de sua infância foram estimuladas por algum “mentor” ligado ao mundo vegetal, tendem a compreender melhor as plantas além de um maior interesse científico nelas.

Nos últimos anos, o termo “cegueira botânica” vem sofrendo alguns questionamentos, por ser considerado um termo “capacitista” (Mackenzie et al., 2019; Sanders, 2019), a ponto de Parsley (2020) propor a substituição do termo “cegueira botânica” (plant blindness) para Plant Awareness Disparity (PAD), disparidade na percepção de plantas, em tradução livre. No Brasil, em uma nota científica, Suzana Ursi e Antônio Salatino (2022) concordando com a proposta de Parsley, propuseram para a língua portuguesa o termo “Impercepção botânica”, por ter o mesmo caráter de impacto e ser de fácil compreensão do que o anteriormente adotado (cegueira botânica).

As consequências dessa impercepção botânica produzem um círculo vicioso, resultando em ideias equivocadas de subvalorização da biodiversidade e importância vegetal (Salantino; Buckeridge, 2016). O desinteresse pelo tema, abordagens teóricas excessivas, falta de aula práticas e materiais didáticos são resultados de uma formação deficiente nas licenciaturas dificultando assim o processo de ensino e aprendizagem (Nascimento et al., 2017).

Quando nos referimos às diferentes metodologias utilizadas no ensino de Botânica, para que o aprendizado possa se tornar o mais contextualizado possível, destacamos a utilização de textos de divulgação científica (TDCs), como uma estratégia didática, com a devida mediação do professor em sala de aula (Colpo; Wenzel, 2021). Segundo Terrazzan e Gabana (2003, p. 2) os TDCs “situam-se em posição privilegiada em relação aos diversos textos possíveis e disponíveis para utilização didática, pois esses textos são mais prováveis de serem lidos pelas pessoas quando desejam se informar sobre assuntos científicos”. Desta forma, a utilização de TDCs tanto na graduação quanto no ensino básico, como material complementar no ensino de Ciências e Biologia, vêm se mostrando bem eficazes (Nascimento; Rezende Júnior, 2010; Krazewsky; Richetti, 2021; Colpo; Wenzel, 2021), propiciando um caminho para aproximar estudantes de temáticas científicas mais contextualizadas. No que se refere a fisiologia vegetal, por exemplo, Leite (2023) em seu levantamento na Revista Ciência Hoje sobre artigos de divulgação científica com esta temática, entre 1982 e 2016, analisou os TDCs selecionados, de modo que fossem contextualizados ao cotidiano, a temas atuais ou a outras áreas de conhecimento, e verificou que são de potencial uso para o ensino de Ciências e Biologia. Assim, este autor, ressalta o bom potencial dos TDCs selecionados para a contextualização e abrangência da área de fisiologia vegetal.

Neste sentido, pensando na máxima do “copo meio cheio, meio vazio”, na qual enquanto uns veem problemas numa situação, outros oportunidades, apresentamos aqui uma proposta para minimizar a problemática do ensino de fisiologia vegetal, por meio de uma interlocução

maior com outras áreas do conhecimento. Como demonstrado anteriormente, a fisiologia vegetal “conversa” com diversas outras áreas das Ciências da Natureza e inevitavelmente, tanto estudantes (principalmente graduandos e graduandas), quanto docentes, acabam tendo suas preferências, simplesmente por gostarem ou por atuarem na área. Desta forma, o objetivo foi que graduandos e graduandas do curso de licenciatura em Ciências Biológicas produzissem TDCs conectando os seus temas prediletos ou de atuação como estagiários aos temas da disciplina de fisiologia vegetal, a fim de contextualizar a biologia vegetal com outras áreas de conhecimento.

2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia aqui utilizada teve uma abordagem qualitativa, com procedimentos de pesquisa-ação tendo como instrumento de coleta de dados a observação - prática docente - e questionários com questões fechadas e abertas (Mattar; Ramos, 2021), com utilização de metodologia ativa, conforme proposto por Moran (2018). O estudo foi realizado na Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FFP/UERJ), tendo como público-alvo 57 estudantes inscritos na disciplina Botânica IV, do 5º período do curso de licenciatura em Ciências Biológicas desta unidade acadêmica, durante os semestres letivos 2022/2 e 2023/1. A disciplina aborda primordialmente a fisiologia vegetal, e o conteúdo programático da mesma encontra-se no quadro 1.

Quadro 1: Programa da disciplina Botânica IV

| | |
|--|---|
| <i>Transporte e translocação de água e solutos</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Água e células vegetais • Balanço hídrico nos vegetais: relação solo-planta-atmosfera - transpiração vegetal • Nutrição mineral |
| <i>Fotossíntese</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Reações luminosas: Fotofosforilação • Reações de Carboxilação: Ciclo de Calvin-Benson e fotorrespiração • Mecanismos de concentração de carbono: Ciclos C4 e CAM • Acumulação e partição de fotossintatos • Considerações fisiológicas e ecológicas |
| <i>Translocação de nutrientes orgânicos</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Padrões de translocação: relação Fonte-Dreno • Distribuição dos fotossintatos |
| <i>Respiração vegetal</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Glicólise, rota pentose-fosfato, Ciclo ácido cítrico e fosforilação oxidativa • Fatores que afetam |
| <i>Metabolismo secundário</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Principais classes de metabólitos secundários • Interações planta-planta / planta-animal • Defesas vegetais contra insetos e patógenos |
| <i>Estresse abiótico</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Respostas e adaptações ao estresse |

Fonte: Os autores

No início de cada semestre, na 1ª semana de aulas, foi feito um levantamento por meio de questionário *online* (“Minha relação com a Botânica”) utilizando-se a plataforma *Google Formulários*, composto de 9 perguntas, com questões abertas e fechadas, a fim de se conhecer mais de perto o interesse e envolvimento de cada aluno e aluna com a botânica e com os conteúdos abordados na disciplina.

As perguntas do questionário foram as seguintes:

- 1) Nome completo
- 2) Bairro e cidade em que reside
- 3) Qual a sua relação com as plantas? (escala Likert de 1 a 5, onde 1 é NENHUMA e 5 GOSTO MUITO)
- 4) Qual a primeira coisa que vem a sua mente quando você pensa em planta/vegetal?
- 5) Qual o seu grau de interesse sobre os temas abaixo? (escala Likert: NENHUM, POUCO INTERESSE, INTERMEDIÁRIO, GOSTO, GOSTO BASTANTE)
 - Rios voadores
 - Recursos madeireiros
 - Sequestro de carbono
 - Mudanças climáticas
 - Relação fonte-dreno
 - Produtividade agrícola
 - Metabólitos secundários
 - Interação planta-planta
 - Interação planta-animal
 - Estresse abiótico
- 6) Qual(is) a(s) sua(s) área(s) de preferência na Biologia? (MARQUE ATÉ 3):
Anatomia-Fisiologia Humana / Biologia Celular / Biofísica / Bioquímica /
Botânica / Ecologia / Embriologia-Histologia / Ensino de Ciências-Biologia /
Evolução / Genética / Microbiologia-Imunologia / Paleontologia / Parasitologia /
Zoologia
- 7) Participa ou participou de algum projeto de ensino, pesquisa e/ou extensão na UERJ ou outra Instituição? (SIM / NÃO)
- 8) Em caso afirmativo, qual o tema?
- 9) Além de Botânica III, qual ou quais outras disciplinas da área de Botânica você cursou? Botânica I / Botânica II / Técnicas de trabalho em Botânica / Princípios de Biotecnologia / Outra

No conteúdo programático, cronograma e orientações da disciplina apresentadas no início de cada semestre letivo, além das atividades práticas “tradicionais” - aulas de laboratório e campo e “experimentações” em casa - foi proposto como uma das atividades avaliativas para o final do semestre, que cada aluno e aluna desenvolvesse um texto de divulgação científica (TDC) ou produzisse um material didático (modelo didático-pedagógico ou jogo, por exemplo), dentro da área de seu interesse ou do projeto que já estivesse participando, de modo que pudesse ser interligado a qualquer um dos assuntos abordados no conteúdo da disciplina.

Sendo o foco deste trabalho os TDCs, a orientação para a redação dos mesmos por estudantes, se deu a partir das respostas ao questionário referentes às áreas de interesse ou em projetos que já estivessem inseridos, o que aconteceu durante todo o decorrer dos semestres letivos citados, conforme os conteúdos da disciplina iam sendo abordados, dentro do programa, tanto durante algumas aulas, quanto em momentos reservados para esta orientação. As instruções/orientações para a redação do TDC seguiram referências básicas⁵ para a elaboração

⁵ a) https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/776/o/Revista_Digital_Botanica_Publica_-_v2_2021.pdf - Revista digital Botânica Pública; b) <https://campusvirtual.fiocruz.br/gestordecursos/hotsite/divulgacao-cientifica->

de textos de divulgação científica (de maneira geral: Título informativo, conciso e criativo; gráficos e figuras simples e autoexplicativos; Legendas simples e diretas), de modo a informar ao leitor leigo e, também, ao cientista sobre o que é o tema abordado e a sua importância socioambiental. De maneira geral os estudantes produziram seus TDCs próximo ao final do semestre letivo.

Foi realizada uma categorização simples após a leitura das respostas do questionário e recebimento dos TDCs para listar (1) os temas dos projetos que os estudantes informaram participar, (2) os títulos dos TDCs propostos pelos estudantes X relação com conteúdo da disciplina.

A escuta docente foi o processo de registro das manifestações verbais dos estudantes em sala durante as aulas (Mattar; Ramos, 2021).

2.1 Resultados e Discussão

Dos 57 (cinquenta e sete) estudantes inscritos na disciplina nos dois semestres letivos, 45 (quarenta e cinco) - 21 e 24, respectivamente - informaram que participam ou participaram de algum projeto de ensino, pesquisa ou extensão, listando os respectivos temas de seus projetos. O Quadro 2 apresenta os temas de projetos em que os estudantes relataram participar, um total de 14, tendo o Ensino de Ciências e Biologia e a Educação Ambiental o maior número de estudantes.

[mooc](#) - Introdução à Divulgação Científica (MOOC) - Campus Virtual FIOCRUZ; c) <https://cienciahoje.org.br/> - Ciência Hoje / <http://chc.org.br/> - Ciência Hoje das Crianças; d) VIEIRA, C. L. “Pequeno manual de Divulgação Científica: Dicas para cientistas e divulgadores de Ciência”.

Quadro 2: Temas dos projetos que estudantes informaram participar

| Categoria dos projetos | Nº estudantes envolvidos |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Ensino de Ciências e Biologia | 10 |
| Educação Ambiental | 9 |
| Zoologia | 6 |
| Botânica | 5 |
| Microbiologia | 3 |
| Divulgação científica | 2 |
| CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) | 2 |
| Ecologia | 2 |
| Biologia Celular | 1 |
| Genética | 1 |
| Paleontologia | 1 |
| Geologia | 1 |
| Relações étnico-raciais | 1 |
| Bioestatística | 1 |

Fonte: Os autores

Ao final dos respectivos semestres letivos, na perspectiva para que desenvolvessem um TDC dentro das suas áreas de interesse e/ou projetos em que participavam, interligando os temas da disciplina, foram gerados 27 textos de divulgação científica nos dois semestres, com a participação total de 30 estudantes - um TDC foi escrito em dupla e outro em trio, por serem estudantes que já desenvolviam projetos em comum. Os demais estudantes optaram por produzir outros materiais didáticos, como jogos, por exemplo, uma vez que foi dada esta opção no início de cada semestre. No que se refere aos TDCs produzidos, os títulos deles assim como o conteúdo relacionado na disciplina, estão listados no quadro 3.

Quadro 3: Título dos TDCs propostos pelos estudantes X relação com conteúdo da disciplina

| TÍTULOS dos TDCs | Conteúdo relacionado na disciplina |
|---|---|
| “Fotossíntese e produtividade agrícola: Mecanismos e técnicas para aumentar a produtividade” | Fotossíntese |
| “Como as plantas atraem morcegos através de aromas, cores e sons” | Metabolismo secundário |
| “A parte das plantas que você não consegue ver: vamos falar de etnobotânica?” | Metabolismo secundário |
| “E se as plantas dominassem o mundo?” | Fotossíntese |
| “Carbono e nitrogênio, os amigos da compostagem” | Nutrição vegetal |
| “Avaliação do potencial das espécies “ <i>Sarcocornia fruticosa</i> ” e “ <i>Blutaparon portulacoides</i> ” quanto ao uso agroflorestal no ecossistema de Restinga” | Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas |
| “Como as plantas se protegem das doenças?” | Metabolismo secundário |
| “ <i>Amphipoda</i> - Qual é a sua relação com as algas?” | Fotossíntese |
| “Plantas: Mais inteligentes do que você imagina!” | Metabolismo secundário |
| “Educação ambiental: hortas pedagógicas e o ensino da botânica” | Transporte e translocação de água e solutos; Nutrição vegetal |
| “Metabolismo secundário vegetal e sua relação com as aves” | Metabolismo secundário |
| “Fertilizantes geram impactos para os peixes?” | Nutrição vegetal |
| “Dois refúgios sob a brisa” | Transporte e translocação de água e solutos |
| “As plantas podem ser detetives: utilização da botânica forense para resolução de crimes” | Anatomia vegetal |
| “Estresse hídrico em samambaias e licófitas” | Estresse abiótico |
| “Simbiose entre algas e ascídias” | Fotossíntese |
| “Inteligência das plantas” | Metabolismo secundário |
| “Compostagem” | Nutrição vegetal |
| “Malefícios dos laticínios para a fotossíntese” | Fotossíntese |
| “Planta tem corpo: anatomia de vegetal ajuda na produtividade?” | Fotossíntese; Relação fonte-dreno |
| “Efeitos fisiológicos do microplástico no vegetal” | Nutrição mineral |
| “Desmistificando parasitas: uma visão ecológica” | Metabolismo secundário |
| “Peixes: relação com algas fotossintéticas” | Fotossíntese |
| “Aplicação técnica de isótopos em plantas” | Fotossíntese |
| “Como as plantas conversam por baixo dos panos” | Nutrição vegetal; Metabolismo secundário |
| “Paleobotânica” | Anatomia e fixação de carbono |
| “Cama para roedores: qual a melhor escolha” | Transporte e translocação de água |

Fonte: Os autores

Destacamos que alguns dos TDCs produzidos têm potencial para divulgação em diferentes meios (revistas de divulgação, Congressos, Encontros, artigos acadêmicos etc). Vale aqui destacar, também, que de início, ainda no começo dos respectivos semestres letivos, quando da proposição da atividade aos discentes, alguns deles e algumas delas não vislumbravam fazer conexão do que faziam ou gostavam com quaisquer dos conteúdos da disciplina. Por exemplo, perguntas como: “Professor, desenvolvo um projeto com Anfípodes (pequenos crustáceos), como posso relacionar isso com os conteúdos da disciplina?”; ou “Como interligar morcego, que é o que eu trabalho, com os conteúdos da disciplina?”. Durante o semestre, com o decorrer das apresentações dos conteúdos programáticos e as orientações docente, estes docentes foram percebendo as possíveis interrelações - conforme manifestações verbais - e conseguiram desenvolver seus respectivos TDCs.

Dentro do conteúdo programático da disciplina, o tema fotossíntese foi o mais explorado (10 TDCs) pelos estudantes com os mais variados temas em suas áreas de estudo e/ou interesse, vindos logo em seguida os temas metabolismo secundário, abordado em oito TDCs e nutrição mineral, como pode ser visto no quadro 3. De certa forma, isso não nos surpreende, uma vez que estes três assuntos, particularmente, apesar da complexidade deles, quando bem trabalhados, abordados e contextualizados se colocam bem próximos de nosso cotidiano, uma vez que exploram direta e indiretamente assuntos como mudanças climáticas, sustentabilidade ambiental, produtividade agrícola, aquecimento global, poluição de solos, culinária (temperos, por exemplo), plantas medicinais, entre outros (Hershey, 1993; Faria, 2012; Mendes et al., 2023;). De certa forma e no mesmo caminho de Mendes et al. (2023) que apontam para o despertar do interesse na ciência botânica através da confecção de cadernos botânicos, nesta proposta procuramos, também, conciliar o interesse individual de cada aluno e aluna com temas da fisiologia vegetal, propiciando este “olhar especial” e diferenciado para a botânica, através da fisiologia vegetal.

O conteúdo programático da disciplina (Fisiologia Vegetal), por mais que seja considerado complexo por grande parte dos estudantes de Ciências Biológicas, tem uma grande possibilidade de “conexão” com diversas outras áreas da Biologia (Bioquímica, Biofísica, Ecologia, Evolução, Genética, Zoologia), além da Física e Química, o que propicia uma ampla discussão do assunto, ajudando a contextualizar a biologia vegetal não só no cotidiano, mas, também, nas diversas áreas do conhecimento (Santos et al, 2021), o que pode ser uma oportunidade para atrair mais atenção para a Botânica, neste cenário, ainda, de impercepção botânica. E isso ficou evidenciado no resultado dos trabalhos gerados (vide quadro 3), tamanha a variedade de temas que foram interligados ao conteúdo programático da disciplina, dentro das áreas de interesse ou do projeto de cada aluno e aluna.

José Reis (1964) já preconizava, há época, o poder da divulgação científica como auxiliar para o ensino, deste modo, entendemos aqui que o TDC, além de contribuir para aproximar aspectos da linguagem específica da Ciência com o cotidiano, tornando os conteúdos escolares com mais significado (Colpo; Wenzel, 2021), também tem a capacidade de mostrar a

possibilidade de “costura” entre temas relativamente diferentes, sem abandonar a acuracidade da linguagem, mas ao mesmo tempo torná-la de fácil “assimilação”.

Uma vez que os TDCs vem sendo utilizados em salas de aula dos diferentes níveis de ensino, se torna importante durante a formação de professores (licenciandos) que eles estejam minimamente preparados para utilizá-los nestes espaços. Assim, a produção de TDCs por estudantes de graduação mostrou ser uma boa estratégia, uma vez que possibilita ao graduando e graduanda ter um maior cuidado quanto ao conteúdo, a linguagem e ao modo como os conceitos serão apresentados numa sala de aula para estudantes, conforme já sinalizado por Colpo e Wenzel (2021) e Oliveira et al (2009) ou até mesmo em outros espaços não formais de modo a popularizar a Botânica. A abordagem de uma metodologia ativa, onde o aluno e a aluna assumem o protagonismo (Moran, 2018), foi o que procuramos realizar como estratégia didática, uma vez que ao licenciando e licencianda coube a escolha dos temas, com os problemas a serem discutidos e abordados, com a respectiva produção final de um texto de divulgação científica.

Por outro lado, o domínio da linguagem pelo estudante transforma-se, assim, num valioso instrumento de desenvolvimento dos processos cognitivos e orienta a construção do próprio conhecimento (Oliveira et al, 2009), como o que pode ser conseguido com a produção dos TDCs. Além disso, estes licenciandos, futuros docentes, podem se tornar mais hábeis na utilização de um poderoso recurso pedagógico que é o TDC.

3 Considerações finais

Evidenciar a capacidade de interligação do conteúdo da disciplina - fisiologia vegetal - com outras áreas e estimular essa “costura” tendo como resultado a produção de textos de divulgação científica, se mostrou uma boa estratégia para a disciplina. A qualidade dos trabalhos, de maneira geral, se mostrou promissora como uma estratégia didática, assim como o envolvimento dos estudantes com as temáticas, demonstrou o alcance positivo da metodologia utilizada. Além disso, os relatos desses estudantes ao final dos semestres, de maneira geral, foram extremamente positivos. Diversos deles reconheceram e compreenderam a participação dos vegetais em diversos processos biológicos e a possibilidade de interligação de conceitos e assuntos com outras áreas, além de perceberem, também, a contextualização do conteúdo da fisiologia vegetal no nosso cotidiano. A estratégia de estímulo à escrita de textos de divulgação científica (TDC) na disciplina, permitiu ao alunado se utilizar de uma linguagem menos “acadêmica” - sem se distanciar dos conhecimentos científicos - e mais próxima do grande público, de modo que os temas da fisiologia vegetal se tornassem mais acessíveis e “palatáveis”, facilitando o processo ensino-aprendizagem e aproximando mais o aluno e aluna dos temas botânicos. Também, os TDCs podem ser utilizados como meio para relacionar os conceitos científicos específicos e suas conexões com a sociedade e, mais ainda, nesta proposta, contribuir para um “aprendizado ativo” onde os estudantes aqui, por participarem diretamente da escrita de textos de divulgação científica, são atores centrais do processo ensino-aprendizagem.

Referências

- BALDING, M.; WILLIAMS, K. J. H. Plant blindness and the implications for plant conservation. **Journal Conservation Biology**, v. 30 n. 6, 2016.
- BARBOSA, P. P.; MACEDO, M.; URSI, S. Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino contextualizado de “fotossíntese”: uma proposta para o ensino médio. **Revista da SBEnBio**, v. 9, p. 2244-2255, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- COLPO, C. C.; WENZEL, J. S. Uma revisão acerca do uso de textos de divulgação científica no ensino de ciências: inferências e possibilidades. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 3-23, maio 2021.
- CONCEIÇÃO, A. R.; OLIVEIRA, R. S. D.; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia didática para auxiliar a prática dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental. **RBECM**, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 76-98, jan./jun. 2020.
- DUARTE, E. F. A água no ensino de fisiologia vegetal. **Revista Botânica Pública**, Goiás: UFG, v. 2, p. 1-2, 2021.
- FARIA, M. T. A importância da disciplina Botânica: Evolução e perspectivas. **Revista Uniaraguaia**, 2(2), 87-98, 2012.
- HERSEY, D. R. 1993. Plant neglect in biology education. **BioScience** 43(7): 418. <https://doi.org/10.2307/1311898> .
- JUNQUEIRA, N. E. G. **Ensino de fisiologia vegetal**: elaboração de material didático com enfoque prático direcionado a alunos e professores do Ensino Médio. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- KINOSHITA, L. S. *et al.* **A Botânica no ensino básico**: relatos de uma experiência transformadora. São Carlos: RiMa, 2006.
- KRAZEWISK, R.; RICHETTI, G.P. Compreensão e utilização de textos de divulgação científica por professores de Química das escolas públicas da região de Blumenau/SC. **Revista Insignare Scientia**, Vol. 4, n. 6. Set./Dez. 2021.

LEITE, V. H. M. **Análise de conteúdo de artigos de divulgação científica sobre fisiologia vegetal da Revista Ciência Hoje e seus potenciais usos no ensino de Ciências e Biologia.** 2023. 67 f. Monografia (Licenciatura). Graduação em Ciências Biológicas, Faculdade de Formação de Professores/UERJ, São Gonçalo/RJ, 2023.

MACEDO, M. *et al.* Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica. 2012, **Anais.** Porto Alegre: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em:
http://www.botanicaonline.com.br/geral/arquivos/ATA_EIBIEC_IV%20macedo.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

MACEDO, M.; URSI, S. Botânica na escola: uma proposta para o ensino de histologia vegetal. Maringá, **SBEEnBio** n. 9, p. 2723-2733, 2016.

MACKENZIE, C. M.; et al. We do not want to “cure plant blindness” we want to grow plant love. **Plants, People, Planet.** n. 1, p. 139-141, 2019.

MANCUSO, S. **Revolução das plantas:** um novo modelo para o futuro. Tradução: Regina Silva. São Paulo, Ubu Editora, 2019.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K.; **Metodologia da pesquisa em Educação:** abordagens qualitativas, quantitativas e mistas. São Paulo, Edições 70, 2021.

MENDES, R. S. M.; *et al.* Do we need plants to survive? Triggering interest in Plant Science. **Research, Society and Development,** v. 12, n. 1, e23712139614, 2023.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

NACIMENTO, T.G.; REZENDE JUNIOR, M.F. A produção sobre divulgação científica na área de educação em ciências: referências teóricas e principais temáticas. **Investigações em Ensino de Ciências,** v.15 (1), p. 97-120, 2010.

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

NEW J. et al. Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** USA 2007.

NEWALL C. A., ANDERSON, L.A., PHILLIPSON, J. D. **Plantas medicinais:** guia para profissional de saúde. Ed. Premier, 2002.

NIKLAS, K. J. (ed.) **Botany for the next millennium.** Columbus, OH: Botanical Society of America, 1995.

OLIVEIRA, K. S.; LIESENFELD, M. A. Percebendo efeitos da cegueira Botânica entre professores de ensino fundamental e médio na Amazônia Ocidental, Brasil. **Ed Amb em ação,** n 70, 2020.

OLIVEIRA, T. *et al.* Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 19-33, Editora UFPR, 2009.

PARSLEY, K.M. Plant awareness disparity: a case for renaming plant blindness. **Plants People Planet** 2: 598-601, 2020

PITANGA, A. F.; SANTOS, L. D.; MELO, W. A. L. J. A fotossíntese como tema de atividade investigativa para o ensino de ciências em turmas de 3º ano do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. (XV ENEQ). **Anais do...Brasília**, DF, Brasil, 2010.

RAMALHO, A.L. *et al.* Colorindo a floresta monocromática: práticas de botânica de campo no ensino superior. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.4, n. 2, 2017.

REIS, J. A divulgação científica e o ensino. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 16, n. 4, 1964.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos Avançados**, 30 (87), 2016.

SANDERS, D. L. Standing in the shadows of plants. **Plants, People, Planet**, n. 1, p. 130-138, 2019.

SANTOS, C. R. *et al.* O ensino de Botânica na formação de professores de Biologia: por que é urgente reformular teoria e prática? **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2021.

SILVA JÚNIOR, D. F. **Jogo didático como estratégia para o ensino de fisiologia vegetal no ensino médio**. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SILVA, C. S. P.; PROENÇA, C. E. B. Uso e disponibilidade de recursos medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil. **Acta. bot. Bras.** 22(2), 481-492, 2008.

SILVA, J.R.S. **Concepções de professores de botânica sobre ensino e formação de professores**. São Paulo, 2013, 219p. Tese (Doutorado em Ciências na área de Botânica) - Instituto de Biociências da USP. São Paulo, 2013.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo: UNESP, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

TERRAZZAN, E. A.; GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...**, Bauru: ABRAPEC, p. 1-11, 2003.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção dos licenciandos sobre o 'ensino de botânica na educação básica'. **Revista da SBEEnBio**. n.3, p.1603-1612, 2010.

TROTТА, J. *et al.* Análise e conhecimento do uso popular de plantas de quintais urbanos no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, v.14, n.3, p.17-34, 2012.

URSI, S., BARBOSA, P.P., SANO, P.T. & BERCHEZ, F.A.Z. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados** 32: 7-24, 2018. <http://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0002>.

URSI, S.; SALATINO, A. É tempo de superar termos capacitistas no Ensino de Botânica: “Impercepção Botânica” como alternativa para “Cegueira Botânica”. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 39, p. 1-4, 2022

VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C.; URSI, S. Aprendizado Ativo: conceito, história e práticas. In: VASQUES, D.T.; FREITAS, K.C.; URSI, S. (org.). **Aprendizado Ativo no ensino de Botânica**. Univ. São Paulo, São Paulo, 172p, 2021.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E.E. Prevent Plant blindness. **The American Biology Teacher**, v.61, n.2, 1999.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E.E. Towards a theory of plant blindness. **Plant Sci Bull** vol 47, 2-9, 2001.

Recebido em setembro de 2023.

Aprovado em abril de 2024.

Revisão gramatical realizada por: Maria Teresa Ponciano Melo
E-mail: mariateresaponciano@gmail.com