


RELAÇÕES ENTRE ENSINO DE BIOLOGIA, ARTE E PERCEÇÃO BOTÂNICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

INTERRELATIONS BETWEEN BIOLOGY EDUCATION, ART, AND BOTANICAL PERCEPTION: A SYSTEMATIC REVIEW

INTERRELACIONES ENTRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA, EL ARTE Y LA PERCEPCIÓN BOTÁNICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

 <https://doi.org/10.56238/arev8n1-125>

Data de submissão: 20/12/2025

Data de publicação: 20/01/2026

Tatyane Pereira de Souza

Mestranda em Educação

Instituição: Universidade Federal do Ceará

E-mail: tatyane@alu.ufc.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4675-8936>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7764004933558454>

Erika Freitas Mota

Doutora em Bioquímica

Instituição: Universidade Federal do Ceará

E-mail: efmota@ufc.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1477-5563>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5964165127429630>

Raphael Alves Feitosa

Doutor em Educação

Instituição: Universidade Federal do Ceará

E-mail: raphael.feitosa@ufc.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3008-3508>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1488422394078457>

RESUMO

Compreendendo a importância do ensino de Biologia, mais especificamente o ensino de Botânica, e das suas dificuldades para inserção na educação escolar e na busca por solucionar inquietações sobre os estudos nessa área, é que foi proposta a realização desta revisão sistemática de literatura (RSL), para buscar os estudos já realizados no que concerne o ensino de Biologia, o ensino de Botânica - com ênfase na (Im)percepção Botânica - e a Arte, mais especificamente as Artes Visuais, com um olhar atento ao desenho, no sentido de verificar o que a literatura traz sobre esses temas, a fim de encontrar meios para superar a Impercepção Botânica. Para isso, foi realizada uma busca de artigos científicos no Portal de Periódicos CAPES, utilizando marcadores booleanos (OR e AND) associado as seguintes palavras: Biologia, Ilustração, Botânica, Desenho e Percepção Botânica, o que resultou no achado de 12 artigos selecionados, que foram desenvolvidos nas regiões Centro-Oeste (4), Nordeste (4), Norte (3) e Sul (1). Chamou a atenção que não foi encontrado nenhum artigo desenvolvido na região Sudeste. Como resultados, tem-se também a caracterização do público alvo de estudo dos artigos engloba desde a formação inicial de professores até a formação continuada, passando pelas etapas da educação básica, como ensino fundamental anos iniciais, ensino

fundamental anos finais e Educação de Jovens e Adultos. Além disso, as relações entre os temas abordados na pesquisa carecem de uma maior conexão na relação Arte-Ciência no ensino médio, já que não foi encontrado artigo com este público, o que revela uma lacuna e uma possibilidade para realizar aprofundamentos dos estudos.

Palavras-chave: Impercepção Botânica. Ensino de Biologia. Ensino de Botânica. Relação Arte-Ciência.

ABSTRACT

Understanding the importance of Biology education—more specifically, the teaching of Botany—and the difficulties related to its integration into school education, as well as seeking to address concerns regarding studies in this field, we proposed conducting this systematic literature review (SLR). The objective was to identify studies already carried out concerning Biology teaching, Botany teaching—with an emphasis on Plant Unawareness Disparity—and Art, more specifically Visual Arts, with particular attention to drawing, in order to examine what the literature presents on these themes and to identify ways to overcome Plant Unawareness Disparity. To this end, a search for scientific articles was conducted in the CAPES Journals Portal, using Boolean operators (OR and AND) and the following keywords: Biology, Illustration, Botany, Drawing, and Botanical Perception. This process resulted in the identification of 12 relevant articles, distributed across the Central-West (4), Northeast (4), North (3), and South (1) regions of Brazil. Notably, no articles developed in the Southeast region were found. The results also include the characterization of the target audience addressed in the studies, which ranges from initial teacher education to continuing professional development, encompassing different stages of basic education, such as the early years of elementary school, the final years of elementary school, and Youth and Adult Education. Furthermore, the relationships among the themes addressed in the studies indicate a need for stronger integration between Art and Science at the secondary education level, as no studies focusing on this audience were identified. This finding reveals a gap in the literature and highlights an opportunity for further in-depth research.

Keywords: Plant Unawareness Disparity. Biology Education. Botany Education. Art–Science Relationship.

RESUMEN

Comprendiendo la importancia de la enseñanza de la Biología—más específicamente de la enseñanza de la Botánica—y las dificultades para su inserción en la educación escolar, así como en la búsqueda de resolver inquietudes relacionadas con los estudios en esta área, se propuso la realización de esta revisión sistemática de la literatura (RSL). El objetivo fue identificar los estudios ya desarrollados en relación con la enseñanza de la Biología, la enseñanza de la Botánica—con énfasis en la (In)percepción Botánica—y el Arte, más específicamente las Artes Visuales, con especial atención al dibujo, con el fin de analizar lo que la literatura presenta sobre estos temas y de encontrar estrategias para superar la Impercepción Botánica. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda de artículos científicos en el Portal de Periódicos CAPES, utilizando operadores booleanos (OR y AND) y las siguientes palabras clave: Biología, Ilustración, Botánica, Dibujo y Percepción Botánica. Este proceso dio como resultado la identificación de 12 artículos, distribuidos en las regiones Centro-Oeste (4), Nordeste (4), Norte (3) y Sur (1). Llamó la atención que no se encontraron artículos desarrollados en la región Sudeste. Los resultados también incluyen la caracterización del público objetivo de los estudios analizados, que abarca desde la formación inicial del profesorado hasta la formación continua, pasando por las diferentes etapas de la educación básica, tales como los primeros años de la educación primaria, los últimos años de la educación primaria y la Educación de Jóvenes y Adultos. Además,

las relaciones entre los temas abordados en las investigaciones evidencian la necesidad de una mayor articulación entre Arte y Ciencia en la educación secundaria, ya que no se identificaron estudios dirigidos a este público, lo que revela una laguna en la literatura y una oportunidad para profundizar futuras investigaciones.

Palabras clave: Impercepción Botánica. Enseñanza de la Biología. Enseñanza de la Botánica. Relación Arte–Ciencia.

1 INTRODUÇÃO

Nas disciplinas escolares de Ciências da Natureza e Biologia, os conteúdos relacionados ao ensino de Botânica foram e ainda são uma dificuldade em sala de aula, tanto para alunos quanto para professores (Nascimento *et al.*, 2017). O ensino de Botânica, ainda hoje, caracteriza-se como muito teórico, desestimulante para alunos e subvalorizado dentro do ensino de Ciências e Biologia (Towata; Ursi; Santos, 2010).

O interesse geral dos alunos pela Botânica é limitado e as plantas raramente são percebidas como algo além de “componentes do ambiente” ou “objeto para o paisagismo e decoração” (Hershey, 2005; Wandersee e Schussler, 2001). Outro ponto que colabora para prejudicar o ensino é o esvaziamento de conteúdos referente ao estudo dos vegetais na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em vigência desde o ano de 2017 (Freitas; Vasques; Ursi, 2021; Leite; Meirelles, 2023). Acrescido ao Novo Ensino Médio (Lei N°13.415/2017 e Lei N°14.945/2024), que causou impactos diretos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de modo que as obras didáticas tiveram seus conteúdos comprimidos, como no contexto das Ciências da Natureza que engloba as disciplinas de Química, Física e Biologia em um único livro por série (Silva; Silva, 2023), no triênio 2023-2024 -2025, o que implicou na diminuição drástica do conteúdo de Botânica.

Aprender Biologia, incluindo Botânica, pode ampliar o repertório conceitual e cultural dos estudantes, auxiliando na análise crítica de situações reais, como uma percepção mais aguçada aptos a tomar decisões mais conscientes, formando cidadãos mais reflexivos, capazes de transformar a realidade em que estão inseridos (Ursi *et al.*, 2018). Além disso, o ensino de Botânica apresenta peculiaridades que justificam um olhar mais cuidadoso e específico para suas questões.

Diante dessa situação, trabalhar esta temática na escola se tornou um grande desafio. Por isso, o docente precisa pensar em estratégias inovadoras, mas que sejam aplicáveis em sala de aula. É nesse sentido que entra o diálogo da Botânica com Arte. Trabalhar a perspectiva da Arte juntamente com a Botânica através da inserção de obras artísticas em aulas de Botânica é um caminho que foi percorrido por Santos (2019). Por meio deste estudo, a autora concluiu que é viável tornar o ensino e a aprendizagem de Botânica mais estimulante. Assim, é possível perceber que a Arte nos convida a sermos criativos e inventivos, pois nos inspira e transforma nosso olhar. Este pode ser um caminho para superarmos a Impercepção Botânica (Ursi; Salatino, 2022).

Dessa forma, compreende-se que a revisão sistemática de literatura (RSL) é um caminho importante para saber o que se pode encontrar na literatura acadêmica sobre esta temática. Já que a RSL é um tipo de investigação científica que tem por objetivo reunir, avaliar criticamente e conduzir uma síntese dos resultados de múltiplos estudos primários. Nas revisões sistemáticas, os "sujeitos" da

investigação são os estudos primários (unidades de análise) selecionados por meio de método sistemático e pré-definido. Tradicionalmente, a revisão sistemática é um estudo retrospectivo. Os métodos estatísticos (metanálise) podem ou não ser usados para analisar e sumarizar os resultados dos estudos incluídos (Cordeiro *et al.*, 2007).

Feitosa (2021) realizou uma RSL sobre as pesquisas na interface Arte e Ciência e encontrou que há um movimento de ascensão nessa área de estudo. A partir dos passos propostos pelo autor é que nos orientamos para realizar os procedimentos encontrados neste artigo.

Compreendendo a importância do ensino de Biologia, mais especificamente o ensino de Botânica, e das suas dificuldades para inserção na educação escolar, conforme visto no início deste artigo, e na busca por solucionar inquietações sobre os estudos nessa área, é que foi proposta a realização desta RSL, para buscar os estudos já realizados no que concerne o ensino de Biologia, o ensino de Botânica - com ênfase na (Im)percepção Botânica - e a Arte, mais especificamente as Artes Visuais, com um olhar atento ao desenho, no sentido de verificar o que a literatura traz sobre esses temas, a fim de encontrar meios para superar a Impercepção Botânica. O principal propósito deste artigo, aos moldes de uma revisão sistemática de literatura (RSL), é encontrar o que já se estudou sobre a interseção Arte e Ciência, com foco no ensino de Botânica e desenho, para assim entender como este estudo pode contribuir nesse campo do conhecimento.

2 METODOLOGIA

Durante o período de maio a setembro de 2024, foi realizada a busca de artigos científicos no Portal de Periódicos CAPES. Este Portal é uma ferramenta de pesquisa importante no Brasil, que reúne publicações de editoras renomadas e conceituadas no universo acadêmico, bem como um conteúdo atualizado e além disso, está diretamente ligado à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que é o órgão da esfera pública federal responsável pela qualidade da pós-graduação no país. Dessa forma, o Portal possui credibilidade com seu conteúdo, por isso foi selecionado para que pudéssemos realizar a presente revisão.

Por meio de buscas avançadas, utilizando marcador booleano, OR e AND (Picalho; Fadel; Gonçalves, 2023), para balizar a busca, e dessa forma ir ao encontro do que se desejava encontrar na literatura acadêmica. Assim, foi utilizado os seguintes comandos de pesquisa: “Biologia” AND “Ilustração”; “Botânica” AND “Desenho”; “Botânica” AND “Ilustração”; “Percepção Botânica” AND “Desenho”; “Percepção Botânica” AND “Ilustração”; “Percepção Botânica” AND “Desenho” OR “Ilustração”; “Biologia” AND “Desenho” AND “Ilustração”; “Botânica” AND “Desenho” AND “Ilustração”. O percurso para seleção destes artigos ocorreu em três etapas. Na primeira, foram

empregados como critérios: o título e as palavras-chave. Na segunda etapa, ocorreu a leitura dos resumos e por fim, a última etapa, com a leitura dos textos completos. Como critério de inclusão para os artigos selecionados, foi utilizado o envolvimento da pesquisa com o ensino de Botânica e o desenho ou ilustração científica, visto que o foco desta RSL foi encontrar o que já se estudou sobre a interseção Arte e Ciência, na perspectiva do ensino de Botânica e desenho, atrelada a um olhar artístico, para relacionar esses estudos às questões da Percepção Botânica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da busca no portal de periódicos da Capes serão apresentados a seguir. Para tanto, são usadas tabela, quadro e figura, para proporcionar uma melhor visualização dos dados coletados. Na tabela 1, são apresentados os resultados quantitativos da pré-seleção, relacionando as palavras pesquisadas com o número de artigos encontrados na busca; o número de artigos pré-selecionados e o número de artigos selecionados.

Tabela 1- Resultado quantitativo da pré-seleção da pesquisa, por palavras-chave, realizada no Portal de Periódicos da Capes.

| Palavras pesquisadas | Nº de artigos encontrados | Nº de artigos pré-selecionados | Nº de artigos selecionados |
|--|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Biologia AND Desenho | 3661 | 15 | 02 |
| Biologia AND Ilustração | 188 | 10 | 01 |
| Botânica AND Desenho | 77 | 16 | 04 |
| Botânica AND Ilustração | 51 | 09 | 03 |
| Percepção Botânica AND Desenho | 04 | 03 | 02 |
| Percepção Botânica AND Ilustração | 02 | 02 | * |
| Percepção Botânica AND Desenho OR Ilustração | 43 | 04 | * |
| Biologia AND Desenho AND Ilustração | 10 | 10 | * |
| Botânica AND Desenho AND Ilustração | 6 | 6 | * |
| TOTAL | 4042 | 75 | 12 |

OBS: Os valores marcados com * indicam que houve artigos selecionados na categoria indicada, contudo como eram repetidos, não foram considerados

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Durante a pré-seleção, levou-se em consideração o título e as palavras-chave, e para a seleção dos artigos desta RSL, foi feita a leitura completa dos trabalhos. É importante ressaltar que na categoria de artigos selecionados, foram encontrados nas diversas combinações de buscas, artigos que se repetiam, causando duplicidade e estes foram excluídos, permanecendo apenas um único título.

Para sistematizar os artigos selecionados, estes foram organizados no Quadro 1, sendo possível observar a caracterização geral de cada artigo: como ano de publicação, título do periódico em que foi publicado, título do artigo, autores e a relação Arte-Ciência.

Quadro 1 - Artigos selecionados em pesquisa no Portal de Periódicos da CAPES.

| Ano da Publicação | Título do Periódico | Título do Artigo | Autoras (es) | Relação Arte-Ciência |
|-------------------|--|--|-------------------------------------|---|
| 2024 | Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – Encitec | Os Desenhos como Ferramenta de Ensino de Botânica | Silva, Abreu, Santos e Edson-Chaves | Verificou qual o papel dos desenhos no ensino e aprendizagem de Botânica em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas. |
| 2023 | Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea) | Percepção da Diversidade Vegetal em Quintais Urbanos: Estudo de Caso com Estudantes de Rondonópolis (MT) | Alcantara, Ursi, Gomes e Arruda | Trabalhou com a percepção de estudantes de uma escola pública, em relação às plantas encontradas em seus quintais, por meio da produção de desenhos. |
| 2021 | Revista Insignare Scientia - Ris | O Ensino de Botânica: Proposta de Ensino Investigativo para o 2º Ano do Ensino Fundamental | Conceição e Fireman | Estudou o ensino por investigação e o desenvolvimento da Alfabetização Científica, nos conteúdos botânicos com alunos do Ensino Fundamental, para isso utilizou textos e desenhos produzidos pelos estudantes. |
| 2021 | Research Society And Development | O Uso de Plantas Carnívoras Como Ferramenta para o Ensino de Botânica e para a Educação Ambiental | Morais, Aguiar, Rodrigues e Arruda | Utilizou plantas carnívoras como ferramenta para o ensino de botânica e para a educação ambiental em escolas do município de Quirinópolis, GO. Realizou oficinas de desenhos com os alunos. |
| 2020 | Revista de Ensino de Ciências e Matemática | (Res)Significando O Ensino Das Plantas: Princípios Etnobotânicos em Atividades Práticas no Ensino Fundamental (Amazonas, Brasil) | Moro e Canto-Dorow | Qualificou e ressignificou o ensino - aprendizagem sobre as plantas através do desenvolvimento de atividades práticas, utilizou o desenho, inspirando-se nos princípios etnobotânicos. |
| 2020 | Research Society and Development | O Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: Percepções e Análise de Uma Estratégia de Ensino | Martins, Goulart e Dinardi | Investigou em alunos do Ensino Fundamental as concepções de ser vivo e de vegetal, por meio dos desenhos produzidos pelos próprios estudantes. Além de propor uma ação pedagógica, para promover discussões a respeito do Ensino de Botânica. |
| 2020 | Cadernos Cimeac | Ilustração Científica: Ensinando, Aprendendo e Desenhando Botânica em uma Escola Família Agrícola | Santos e Freixo | Investigou o processo de produção de ilustrações Botânicas por alunos do ensino fundamental e a sua contribuição no aprendizado de conteúdos científicos e artísticos, este último por meio de técnicas de desenho. |
| 2018 | Revista Geometria Gráfica | O Desenho como Prática de Investigação Científica: da | Sobral, Lopes e Trinchão | Realizou um estudo teórico abordando a relação interdisciplinar entre as Ciências Naturais e o desenho, |

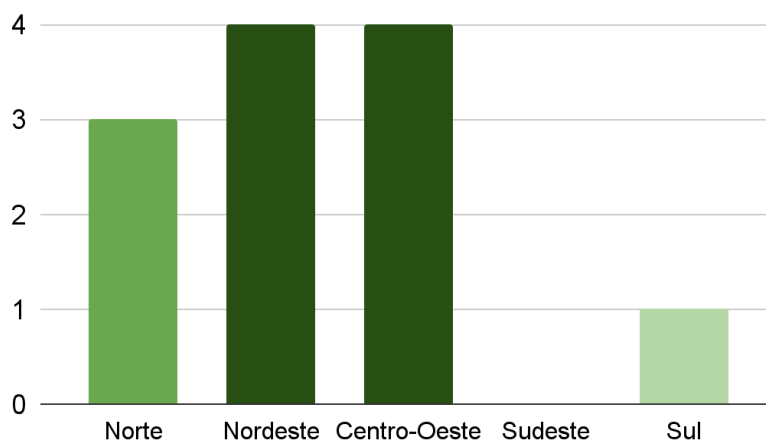
| | | | | |
|------|--|---|-----------------------------------|---|
| | | Percepção ao Desenho Registro | | especialmente no que concerne à Botânica e aos desenhos. |
| 2017 | Arquivos do Mudi | A Ilustração Científica e a Arte Digital: o Ensino e a Formação Continuada de Professores | Moura, Ribeiro e Silva | Mostrou uma experiência de formação continuada com professores do ensino fundamental sobre uso da ilustração científica no ensino de Ciências e Biologia. |
| 2016 | South American Journal of Basic Education, Technical and Technological | O Ensino-Aprendizagem de Pteridófitas por Meio da Aula Prática em uma Escola Pública no Município de Porto Velho-Ro | Cavalcante, Silva, Freitas e Lima | Demonstrou as estruturas das pteridófitas de forma diferenciada por meio de uma aula prática por meio de uma aprendizagem lúdica, criativa e visual, através do desenho e da pintura. |
| 2016 | Revista Temas em Educação | Ensino de Biologia Através da Ilustração Científica | Moura, Silva e Santos | O estudo foi realizado com alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas, para que eles pudessem conhecer a arte da ilustração científica e suas implicações para o ensino de Biologia, aplicando técnicas de decalque. |
| 2015 | Revista Conexão Uepg | Ensino de Biologia Através da Ilustração Científica em uma Escola do Pantanal de Mato Grosso | Moura e Silva | Este estudo trabalhou atividades ilustrativas no espaço escolar com alunos do 6º ano do ensino fundamental, alunos da modalidade EJA e professores de uma escola estadual em Santo Antônio do Leverger – MT. |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A ordem de classificação dos artigos se deu de forma decrescente, do ano mais recente para o ano mais antigo de publicação. Também se utilizou como critério de seleção a relação Arte-Ciência abordada no artigo, como pode ser lido na quinta coluna do Quadro 1.

A partir dos dados obtidos foi produzido o Gráfico 1, que indica a origem, com relação às regiões brasileiras, das pesquisas produzidas. Como existia colaboração de autores pertencentes a diferentes regiões, o critério utilizado foi o local onde a pesquisa foi realizada.

Gráfico 1 - Quantitativo de artigos selecionados distribuídos nas regiões brasileiras.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

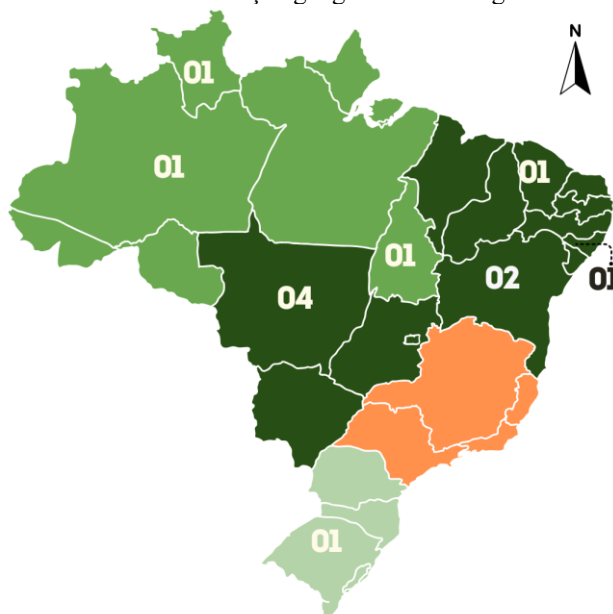
Logo, com as informações disponíveis no gráfico, é possível verificar que as regiões Centro-Oeste e Nordeste foram as que mais apresentaram estudos, 4 em cada; seguida da região Norte, com 3 artigos e a região Sul com uma única pesquisa. Na busca, não foi encontrado trabalho relevante desenvolvido com participantes sendo da região Sudeste, contudo uma pesquisadora desta região colaborou em coautoria para trabalho desenvolvido na região Centro-Oeste.

Além disso, foi produzido um mapa ilustrativo do Brasil mostrando a distribuição geográfica, dessa vez por estado, desses artigos selecionados (Figura 1), assim é possível obter um panorama dos locais onde as pesquisas na temática aqui investigada foram realizadas, possibilitando também ver se há uma maior ou menor concentração em um ou mais estados das regiões.

Apesar de ter-se uma volumosa quantidade de artigos encontrados na pesquisa inicial, estes abordaram diversas áreas do conhecimento, como, por exemplo: enologia, saúde, engenharia, arquitetura, design e até mesmo Botânica. No entanto, para esta última, o artigo não se referia ao ensino e sim à descrição de espécies.

Outro ponto a ser mencionado é que apesar de aparecer um determinado número de trabalhos nas buscas, não conseguimos ter acesso a todos os números encontrados. Na última página da busca não era possível acessar o número final sinalizado no início da busca. Este episódio específico aconteceu somente na primeira busca, em que o total de trabalhos encontrados foi de 3863, mas de fato só apareceram 3661, então optou-se por expor como resultado, o número real de artigos que apareceram na busca (Tabela 1).

Figura 1 - Mapa do Brasil com a distribuição geográfica dos artigos selecionados encontrados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Na presente revisão de literatura, os dados indicam que a maioria das pesquisas está voltada para o ensino fundamental, totalizando 9 artigos. Além disso, há duas pesquisas com discentes do ensino superior, bem como um estudo com formação continuada de professores com aplicação, logo após a formação, no ensino fundamental e também um estudo documental com um embasamento teórico sobre as concepções de ilustração e formação do ilustrador botânico.

Dentre os artigos selecionados, tem-se o de Silva *et al.* (2024) que foi realizado no ensino superior (ES), em que foi feita uma pesquisa aplicada e participante em uma turma de 45 alunos. Os autores analisaram relatórios das atividades práticas, em que foram solicitadas ilustrações dos materiais vistos em aula e aplicação de questionário ao final da disciplina. Neste caso, os discentes informaram que o uso das ilustrações como atividade pedagógica é raro ou totalmente ausente. No trabalho, foi evidenciado que, inicialmente, os estudantes apresentaram certa resistência na construção dos desenhos, mas eles afirmaram acreditar que o desenho é uma importante ferramenta para sua aprendizagem.

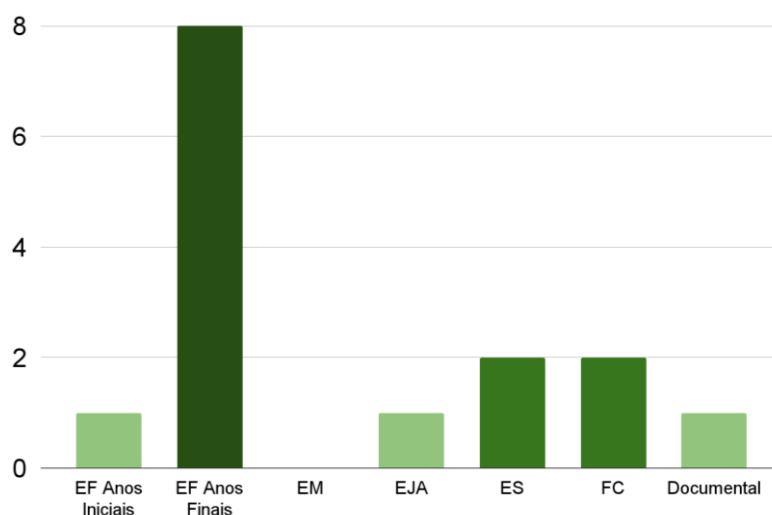
Outro estudo realizado com estudantes universitários, nos cursos de Zootecnia e Ciências Biológicas, foi feito por Moura, Silva e Santos (2016). Eles utilizaram a ilustração científica, através da prática de algumas técnicas, como decalque e grafismo. A ilustração científica foi utilizada como estratégia de ensino em sala de aula e em atividade em campo. Os autores encontraram que as práticas em sala de aula e em áreas naturais protegidas, mostraram eficientes no ensino de conteúdos relacionados às Ciências e a Biologia.

Moura, Ribeiro e Silva (2017) trouxeram uma experiência de formação continuada com

professores do ensino fundamental sobre uso da ilustração científica no ensino de Ciências e Biologia. Após a formação, os educadores realizaram o que os autores denominaram transposição didática, replicando o que aprenderam para turmas do 6º ano do ensino fundamental anos finais (EF Anos Finais). A partir da pesquisa feita por Moura, Ribeiro e Silva (2017), é possível entender a importância de se trabalhar não somente com os professores em formação, mas também com a formação continuada, para aqueles que já estão inseridos em sala de aula.

Já no campo da Educação Básica, podem ser citadas as pesquisas realizadas por Santos e Freixo (2020), Alcantara *et al.* (2023), Moraes *et al.* (2021), Moro e Canto-Dorow (2020), Cavalcante *et al.* (2016), Martins, Goulart e Dinardi (2020), Moura e Silva (2015) e Conceição e Fireman (2021), o que totalizam 8 estudos dentre os artigos selecionados (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Número de artigos selecionados distribuídos de acordo com público-alvo dos estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Santos e Freixo (2020) investigaram como a produção de desenhos contribuiu para o desenvolvimento de habilidades e conteúdos científicos e artísticos com alunos do 8º ano de uma Escola Família Agrícola, a partir de uma oficina de ilustração científica. Observaram que os educandos tiveram dificuldades com as técnicas de ilustração, isso levou a alguns desestímulos. Contudo, os estudantes permaneceram e produziram as ilustrações propostas. Os autores afirmaram que desenhar plantas contribui para uma aprendizagem significativa relativo ao ensino de Botânica. Além disso, afirmam ainda que é uma estratégia válida para lidar com as dificuldades que persistem na área, como a incapacidade dos estudantes e professores em reconhecer a importância das plantas.

Alcantara *et al.* (2023) realizaram um estudo de caso de abordagem exploratória, no qual se utilizaram desenhos com o propósito de conhecer a percepção ambiental de alunos para nortear ações

pedagógicas, para isso os autores contextualizam o local da pesquisa, que se tratava de um município da zona rural do estado de Mato Grosso. Além do desenho, foi aplicado questionário e feita uma análise quantitativa das respostas obtidas. Os desenhos sobre as plantas presentes nos quintais das casas dos estudantes foram analisados de modo individual e detalhado. Um ponto que chama atenção neste estudo é que os desenhos retratam a percepção Botânica, apesar dos autores não utilizarem esses termos.

Já Morais *et al.* (2021) utilizaram plantas carnívoras como ferramentas didáticas para despertar a sensibilidade ambiental dos alunos do 7º ano do ensino fundamental anos finais de duas escolas de Quirinópolis, Goiás. A pesquisa teve uma abordagem descritiva e quantitativa, onde foram aplicados questionários semiestruturados, aula expositiva e oficinas de desenho. Houve um aumento na percepção dos alunos quanto à temática ambiental. A atividade prática, contribuiu para a melhoria na construção do conhecimento. Isso nos conduz à reflexão sobre o uso de plantas que despertam a curiosidade e interesse dos alunos e o papel do ensino de Botânica aliado à educação ambiental. Os autores não citam, mas nesses achados do estudo podem e devem contribuir para a Percepção Botânica dos estudantes.

Ainda contemplando o 7º ano do ensino fundamental, dessa vez no município de Tabatinga-AM, Moro e Canto-Dorow (2020) realizaram uma pesquisa com abordagem qualitativa, pautada nos princípios da Etnobotânica, na tentativa de aproximar o saber cotidiano do saber científico. Neste estudo, foram realizadas diversas atividades, dentre elas o desenho. As autoras verificaram que o interesse dos estudantes está diretamente ligado à sua interação com o tema e que a Etnobotânica pode unir o tradicional e o científico, tornar o entendimento sobre as plantas mais leve, atrativo e prazeroso. Apesar de não ser o foco principal, o desenho auxiliou na Percepção Botânica.

Cavalcante *et al.* (2016) desenvolveram um trabalho em turmas de 7º ano, com objetivo demonstrar as estruturas das Pteridófitas de forma diferenciada por meio de aulas teóricas e práticas. A pesquisa iniciou a partir da visualização, desenho e pintura de amostras vista a olho nu e posteriormente na lupa, onde também realizaram desenhos. Os alunos demonstraram maior interesse nas aulas práticas, comentaram sobre a complexidade dos conteúdos, principalmente dos termos de difícil assimilação e a linguagem utilizada na nomenclatura Botânica, que é em latim ou latinizada. O que demonstra que não é simples trabalhar com os conteúdos botânicos, por isso a necessidade de buscarmos meios alternativos para os alunos, como por exemplo com a inserção da Arte.

Ainda trabalhando com alunos da educação básica, dessa vez com o 6º ano, tem-se a pesquisa de Martins, Goulart e Dinardi (2020), que investigaram o conhecimento prévio dos estudantes a respeito das concepções de ser vivo e de vegetal por meio de uma ação da Pedagogia Histórico-Crítica

de Dermeval Saviani, utilizando as produções dos estudantes, como desenhos, entrevistas e atividades. Os autores se ancoraram na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para fomentar o estudo. Mais uma vez, é possível observar que o desenho é inserido como uma ferramenta complementar a uma ação maior. Neste trabalho, os autores utilizam o termo Negligência Botânica, para definir o que Ursi e Salatino (2022) chamaram de Impercepção Botânica.

Moura e Silva (2015) realizaram uma pesquisa a partir do projeto de extensão “Ilustração Científica: Artes e Ciências Integradas”. Neste trabalho, os autores realizaram atividades práticas com alunos do 6º ano do ensino fundamental, do centro de educação de jovens e adultos (CEJA) e professores da educação básica, utilizando a técnica de decalque. Os autores afirmaram que o curso de ilustração científica se mostrou eficaz no ensino de conteúdos relacionados às Ciências e Biologia, afirmaram ainda que a estratégia de ensino realizada é relevante e deve ser incentivada desde os anos iniciais da formação escolar.

Conceição e Fireman (2021) pesquisaram em uma turma de 2º ano do ensino fundamental anos iniciais (EF Anos Iniciais) a questão da alfabetização científica utilizando alguns recursos pedagógicos, como o desenho. Contudo, a abordagem artística não foi o foco principal da pesquisa.

Até este momento, foi observado que os estudos estavam pautados nos alunos, sendo estes da educação básica ou ensino superior e que o desenho foi utilizado como uma ferramenta pedagógica, e não se enveredou para uma abordagem artística. A única menção sobre a questão de conteúdos científicos e artísticos ocorreu no estudo feito por Santos e Freixo (2020). Além disso, foi encontrada relação entre o ensino de Botânica e o desenho na perspectiva de superação da Impercepção Botânica, contudo não foi diretamente mencionado pelos autores.

Sobral, Lopes e Trinchão (2018) realizaram uma investigação no campo interdisciplinar entre as Ciências Naturais, Botânica, e o Desenho, abordando conhecimento, representação e técnica. As autoras traçam o caminho perseguido pelo ilustrador botânico entre a percepção e a produção de uma ilustração científica, abordando aspectos filosóficos e gráficos. Este é um trabalho teórico, baseado em estudos e investigações a partir da construção e da visualização dos resultados das pesquisas realizadas nessa área das Ciências. Este artigo foi selecionado por trazer um arcabouço teórico importante para as discussões na área de conhecimento do desenho.

Durante nossas buscas não encontramos estudos com alunos do ensino médio (EM) (Gráfico 2), percebemos que existe uma lacuna dessa área do conhecimento que precisa de uma maior atenção. Dessa forma, percebemos que é fundamental a utilização do desenho como uma ferramenta pedagógica, e sobretudo com a perspectiva da Arte para que o educador possa estimular o interesse dos alunos para a Botânica. Isso, por sua vez, torna relevante o desenvolvimento de investigações

como a proposta de estudar a relação Biologia, Arte e Percepção Botânica no ensino médio.

3.1 ELEMENTOS INTEGRATIVOS DA LITERATURA DO TEMA DE PESQUISA

Para dar mais profundidade teórica ao tema aqui pesquisado, a seguir, iremos destacar alguns elementos integrativos da literatura do tema de pesquisa, apresentando uma breve discussão sobre a articulação entre ensino de Ciências, currículo e interdisciplinaridade, seguido de uma análise das potencialidades da interseção entre Arte-Ciência no ensino de Botânica, por meio de uma bricolagem.

3.1.1 Ensino de Ciências/Botânica, currículo e interdisciplinaridade

O ensino de Ciências nas escolas tem sido alvo de muitas críticas, tanto por parte dos estudantes, quanto por parte da academia, que, em geral, considera esse ensino descontextualizado, fora da realidade do educando (Silva; Baptista, 2018). É notório a necessidade de contextualização no ensino de Ciências, em específico do ensino de Botânica, pois este vem sendo encarado por professores e estudantes, como um estudo tedioso e cansativo, na maioria das vezes resultando em um conhecimento defasado e/ou negligenciado durante a formação básica dos alunos (Martins; Goulart e Dinardi, 2020).

O processo de ensino e aprendizagem envolve diferentes vertentes e possibilidades, devendo-se levar em consideração a melhor estratégia didática, o perfil dos estudantes e o meio ao qual estão inseridos, por exemplo. Dessa forma, o desenvolvimento do conhecimento se dará de forma reflexiva e a educação deixará de ser apenas transmissão de conceitos sistematizados a serem memorizados e reproduzidos no processo avaliativo, passando a ser de fato instrumento de crescimento e aprendizagem (Martins; Goulart e Dinardi, 2020).

Para que seja possível realizar um processo de ensino e aprendizagem relevante, o professor deve estar assegurado no que diz os documentos oficiais que regem o currículo. Assim Selles e Oliveira (2022) investigaram as finalidades da disciplina escolar Biologia e como essas vêm sendo reconfiguradas, desde 1996 (com o advento da LDBEN/1996) até a BNCC / Reforma do Ensino Médio (Lei 13.415/2017). A partir das mudanças trazidas pela Reforma, o currículo do Ensino Médio ficou organizado em áreas de conhecimento. Assim, as autoras afirmam que essa reorganização curricular mantém apenas a integridade das disciplinas escolares Língua Portuguesa e Matemática e atinge drasticamente todas as demais, inclusive as das Ciências da Natureza, área na qual a disciplina de Biologia está inserida.

É nessa conjuntura que observamos o esvaziamento da disciplina de Biologia, e dos conteúdos inseridos nela, principalmente os relacionados ao ensino de Botânica. As autoras, Selles e Oliveira

(2022), afirmam ainda que os documentos normativos para o detalhamento dos conteúdos disciplinares não são aprovados como obrigatórios e, sim, como orientações para todas as escolas. O que abre espaço para a priorização de alguns conteúdos em detrimento de outros.

Um ponto que pode ser trabalhado, não somente, mas principalmente, dentro da área de Ciências da Natureza é a interdisciplinaridade, como uma alternativa para este cenário trazido pelo Novo Ensino Médio (NEM), e assim evitarmos essa carência dos conteúdos, principalmente relacionados à Biologia. Para Amorim *et al.* (2020), a interdisciplinaridade não implica na eliminação das outras disciplinas, reflete a comunicação entre as mesmas, sempre levando em consideração seus processos históricos e culturais, portanto é uma forma de trabalhar em sala de aula, variadas temáticas, abordando-as em diferentes disciplinas.

Sobral, Lopes e Trinchão (2018) entendem a interdisciplinaridade como o desafio de aproximar campos diversos do conhecimento construindo no pesquisador e no educador uma reflexão crítica e inovadora do conhecimento, onde o sujeito pense a sua produção envolta em uma totalidade, em busca de quebrar ou diminuir a distância entre os fragmentos do conhecimento impostos pela academia.

O ensino de Ciências, em especial o de Botânica, deve ser conduzido através de estratégias permeadas pela educação ambiental e de forma interdisciplinar, de maneira a incorporar uma consciência ideológica dos alunos que tende a levá-los à construção da sensibilidade contextual e de valores que promovam a sustentabilidade (Moraes *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva, através do ensino de Ciências e da Etnobotânica, Moro e Canto-Dorow (2020) propuseram um diálogo entre saberes que são culturais e conhecimentos científicos apresentados em sala de aula, ampliando o nível de ensino-aprendizagem, favorecendo as trocas e as experiências entre os estudantes, atribuindo encantamento aos momentos de aprendizado e mais interesse, por parte do aluno, que passa a compreender melhor o seu meio. Além disso, as autoras perceberam que apresentar a ciência de maneira contextualizada com o ambiente em que o aluno está inserido, é despertar nele, o prazer em aprender algo que lhe fará sentido.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2024), os autores compreenderam que é possível perceber que através de atividades interdisciplinares, que envolvem Arte e Ciência, a dedicação e criatividade demonstrada pelos alunos ao se envolverem com a prática. Assim, a seguir foi traçado um diálogo entre os autores deste referencial teórico sobre a relação Arte-Ciência por meio do desenho no ensino de Ciências.

3.1.2 Bricolagem com a Arte-Ciência: desenho e ensino de Ciências

A intersecção entre a Arte e a Ciência é um caminho utilizado por alguns pesquisadores como Silva e Cavassan (2006), Sobral, Lopes e Trinchão (2018); Alcantara *et al.* (2023) e Souza, Moreira e Mota (2025).

Silva e Cavassan (2006) realizaram um estudo que abordou os desenhos dos alunos e o ensino de Botânica. Neste estudo os autores verificaram, através da aula prática em campo, das respostas e dos desenhos realizados pelos alunos, uma melhoria no conhecimento da diversidade de formas vegetais. Portanto, admitiram que a prática reduz a chance de um ensino com limitações e distorções, provenientes de aulas teóricas com o auxílio das ilustrações presentes no livro didático.

Sobral, Lopes e Trinchão (2018) investigaram a relação entre Ciência e desenho, analisando desde o caminho da percepção até o desenho, como linguagem e registro no âmbito das Ciências Naturais, em especial a Botânica. Entendendo o desenho não somente como uma linguagem, mas também como um campo do conhecimento, vislumbrando a comunicação entre ele e a Botânica.

A adoção de novas práticas pedagógicas, como o uso de desenhos, para promover uma abordagem mais contextualizada no processo de ensino-aprendizagem, pode ampliar os conhecimentos, bem como mitigar a Impercepção Botânica dos estudantes (Alcantara *et al.*, 2023). Nessa perspectiva, Souza, Moreira e Mota (2025) traçaram uma relação entre o ensino de Ciências e a Arte, utilizando a atividade experimental e o desenho infantil como ferramentas pedagógicas para facilitar a compreensão do aluno, do 6º ano do ensino fundamental, sobre os conteúdos de Ciências. As autoras observaram que os desenhos retratam o que mais despertou interesse dos estudantes dentre tudo que foi apresentado, com isso, foi possível trabalhar a criatividade e estimular a expressão por meio do desenho.

Dessa forma, é possível reconhecer que, diante dos estudos anteriormente realizados, que a bricolagem dentro da relação Arte-Ciência, por meio do desenho é um caminho que conduz tanto o professor, quanto o aluno a superar limitações, desenvolver práticas criativas e contextualizadas, proporcionando, dentro do ensino de Botânica, contribuições significativas para superar a Impercepção Botânica.

4 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi percorrido um caminho de leitura dos artigos selecionados através de alguns critérios, já descritos anteriormente. A partir deles percebe-se que o desenho é utilizado como uma importante ferramenta pedagógica para o ensino de Botânica, principalmente na educação básica, mais especificamente no ensino fundamental, onde foi encontrado a maior quantidade de estudos.

Durante a busca dos artigos selecionados não foi encontrado estudos em que o público fosse os alunos do ensino médio. Tampouco trabalhos que pesquisaram a relação Arte-Ciência para este público, o que demonstra uma carência por estudos nessa área de conhecimento. Assim, é perceptível que existe esta lacuna e que precisa de uma maior atenção.

Ademais, a utilização do desenho a partir de um olhar mais conectado com a Arte não fica evidente, as pesquisas se atentam mais a ilustração científica. Dessa forma, entendemos que é essencial utilizar o desenho não somente como uma ferramenta pedagógica, mas também como uma ferramenta artística para que o educador possa estimular o interesse dos alunos para superar a Impercepção Botânica.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, Kelly Costa de; URSI, Suzana; GOMES, Marco Antonio Bastos; ARRUDA, Rafael. Percepção da diversidade vegetal em quintais urbanos: estudo de caso com estudantes de Rondonópolis (MT). *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 18, n. 6, p. 448-466, 2023.
- AMORIM, Yarlla Santos; DANTAS, Débora de Menezes; ALVES, Ana Maria de Souza; OLIVEIRA, Francisco Cezar Alves de; OLIVEIRA, Elaine Cristina Conceição de; BEZERRA, Norma Suelly Ramos Freire; FIGUEIREDO, Francileide Vieira; TORRES, Cicero Magerbio Gomes. Interdisciplinaridade no ensino de biologia: movimento articulador do fazer pedagógico e do processo de ensino e de aprendizagem. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 409-416, 2020.
- CAVALCANTE, Felipe Sant'Anna; SILVA, Deizieny Aires; FREITAS, Juciele Firmino; LIMA, Renato Abreu. O ensino-aprendizagem de pteridófitas por meio da aula prática em uma escola pública no município de Porto Velho-RO. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 3, n. 2, 2016.
- CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues da; FIREMAN, Elton Casado. O ensino de botânica: proposta de ensino investigativo para o 2º ano do ensino fundamental. *Revista Insignare Scientia*, v. 4, n.1, p. 168-188, 2020.
- CORDEIRO, Alexander Magno; OLIVEIRA, Glória Maria de; RENTERÍA, Juan Miguel; GUIMARÃES, Carlos Alberto. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do colégio brasileiro de cirurgiões*, v. 34, p. 428-431, 2007.
- FEITOSA, Raphael Alves. Uma revisão sistemática da literatura sobre pesquisas na interface ciência e arte. *Revista Prática Docente*, v. 6, n. 1, e 007, 2021.
- FREITAS, Kelma Cristina de; VASQUES, Diego Tavares; URSI, Suzana. Panorama da abordagem dos conteúdos de Botânica nos documentos norteadores da Educação Básica Brasileira In: VASQUES, Diego Tavares; FREITAS, Kelma Cristina de; URSI, Suzana (Org). *Aprendizado ativo no Ensino de Botânica*. São Paulo: Instituto de Biociências, USP, p. 32-51, 2021.
- HERSHEY, David R. More misconceptions to avoid when teaching about plants. *American Institute of Biological Sciences*, 2005.
- LEITE, Vinicius; MEIRELLES, Rosane Moreira Silva de. O ensino de botânica na Base Nacional Comum Curricular: construções, acepções, significados e sentidos. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 16, n. 2, p. 213-230, 2023.
- MARTINS, Janine Lima; GOULART, Aline da Silva; DINARDI, Ailton Jesus. O Ensino de Botânica no ensino fundamental: percepções e análise de uma estratégia de ensino. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 5, p. e98953173-e98953173, 2020.
- MORAIS, Isa Lucia de; AGUIAR, Diego de Souza; RODRIGUES, Surya Macário, ARRUDA, Rafael. O uso de plantas carnívoras como ferramenta para o ensino de botânica e para a educação ambiental. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e338101422153-e338101422153, 2021.

MORO, Carla Fabiana Silveira; CANTO-DOROW, Thais Scotti do. (Res) significando o ensino das plantas: princípios etnobotânicos em atividades práticas no Ensino Fundamental (Amazonas, Brasil). *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 1, p. 494-509, 2020.

MOURA, Nelson Antunes de; RIBEIRO, Josiane Leitner; SILVA, Juciley Benedita da. A Ilustração Científica e a Arte Digital: O Ensino e a Formação Continuada de Professores. *Arquivos do MUDI*, v.20, n.3, p.59-68. 2016.

MOURA, Nelson Antunes de; SILVA, Juciley Benedita da. Ensino de biologia através da ilustração científica em uma escola do pantanal de Mato Grosso. *Revista Conexão UEPG*, v. 11, n. 3, p. 324-331, 2015.

MOURA, Nelson Antunes de; SILVA, Juciley Benedita da; SANTOS, Eurico Cabreira dos. Ensino de biologia através da ilustração científica. *Revista Temas em Educação*, João Pessoa, v.25, Número Especial, p.194-204, 2016.

NASCIMENTO, Beatriz Miguez; DONATO, Ana Maria; SIQUEIRA, Andréa Espinola de; BARROSO, Carolina Burlamaqui; SOUZA, Antônio Carlos Teixeira de; LACERDA, Silvana Messere de; BORIM, Danielle Cristina Duque Estrada. 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.

PICALHO, Antonio Carlos; FADEL, Luciane Maria; GONÇALVES, Alexandre Leopoldo. Expressões de busca e o uso de diferentes operadores avançados de pesquisa em um mecanismo de busca. *Texto Livre*, v. 16, p. e 47531, 2023.

SANTOS, Leidiane Jacira de Oliveira. Caderno Digital Bio-Arte: o ensino de Botânica a partir de uma obra de arte. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) - Núcleo de Inovação e Tecnologias Aplicadas a Ensino e Extensão, Universidade Federal do Pará, Belém - 2019.

SANTOS, Lucas Carneiro dos; FREIXO, Alessandra Alexandre. Ilustração científica: ensinando, aprendendo e desenhando botânica em uma Escola Família Agrícola. *Cadernos CIMEAC*, v. 10, n. 2, p. 59-88, 2020.

SELLES, Sandra Lucia Escovedo; OLIVEIRA, Ana Carolina Pereira de. Ameaças à disciplina escolar biologia no “Novo” Ensino Médio (NEM): atravessamentos entre BNCC e BNC-Formação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e 40802-34, 2022.

SILVA, Carlos Eduardo Assis da; SILVA, Melissa de Freitas Cordeiro. Análise do conteúdo de biotecnologia em livros didáticos de ciências da natureza do novo ensino médio. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, p. 1-13, 2023.

SILVA, Patrícia Gomes Pinheiro da; CAVASSAN, Osmar. Avaliação das aulas práticas de botânica em ecossistemas naturais considerando-se os desenhos dos alunos e os aspectos morfológicos e cognitivos envolvidos. *Mimesis*, Bauru, v. 27, n. 2, p. 33-46, 2006.

SILVA, Simone Soares da; ABREU, Môngolla Keyla de Freitas; SANTOS, Thaíla Alves dos; CHAVES, Bruno Edson. Os Desenhos como Ferramenta de Ensino de Botânica. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, v. 14, n. 1, p. 169-190, 2024.

SILVA, Maria Laura Souza; BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Conhecimento tradicional como instrumento para dinamização do currículo e ensino de ciências. *Gaia Scientia*, v. 12, n. 4, p. 90-104, 2018.

SOBRAL, Poliana Santiago; LOPES, Priscila Paixão; TRINCHÃO, Gláucia Maria Costa. O desenho como prática de investigação científica: da percepção ao desenho registro. *Anais do Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho, Cultura e Interatividade*, n. 12, 2017.

SOUZA, Tatyane Pereira de; MOREIRA, Thais; MOTA, Erika Freitas. O ensino de ciências e a arte: traçando uma relação entre a atividade experimental e o desenho infantil: Science teaching and arts: outlining a correlation between experimental activity and children 's drawing. *Revista Cocar*, v. 22, n. 40, 2025.

TOWATA, Naomi; URSI, Suzana; SANTOS, Déborah Yara Alves Cursino dos. Análise da percepção de licenciandos sobre o “Ensino de Botânica na Educação Básica”. *Revista da SBenBio*, v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.

URSI, Suzana; BARBOSA, Pérsia Paiva; SANO, Paulo Takeo; BERCHEZ, Flávio Augusto de Souza. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos avançados*, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

URSI, Suzana; SALATINO, Antonio. Nota Científica-É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para "cegueira botânica". *Revista De Terapia Ocupacional Da Universidade De São Paulo*, v. 39, p. 1-4, 2022.

WANDERSEE, James Howard; SCHUSSLER, Elisabeth E. Preventing Plant Blindness. Originally written by Anna Kell & Jonathan Frey, Department of Art & Art History, Bucknell University for *Lloydiana* magazine, a publication of the Lloyd Library in Cincinnati, OH: Volume 21, Issue 1 2019, pages 11-12. *Science Bulletin*, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.