

**UMA DÉCADA DE CONECTIVIDADE EVIDENCIANDO A BIODIVERSIDADE POR
MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS**

**A DECADE OF CONNECTIVITY HIGHLIGHTING BIODIVERSITY THROUGH
CONCEPT MAPS**

**UNA DÉCADA DE CONECTIVIDAD QUE DESTACA LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS
DE MAPAS CONCEPTUALES**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n11-248>

Data de submissão: 20/10/2025

Data de publicação: 20/11/2025

Douglas de Souza Braga Aciole

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: aciole.d.s.b@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2110-1778>

Natiely Priscila Paiva Monteiro

Mestre em Oceanografia Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: natielyp31@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4844-3973>

Clécio Danilo Dias da Silva

Doutor em Sistemática e Evolução

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: danilodiass18@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7776-8830>

Roberto Lima Santos

Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

Instituição: Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: robertolsantos@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1864-0295>

Elineí Araújo-de-Almeida

Doutora em Ciências (Zoologia)

Instituição: Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: elineiaraujo@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1617-5641>

RESUMO

A crescente crise ambiental, caracterizada pela perda de habitats e pela contínua e alarmante redução da biodiversidade exige soluções urgentes, sendo as instituições de ensino superior, por meio da pesquisa científica, um local na busca de soluções viáveis. Considerando a aquisição e produção do conhecimento um elemento básico no processo científico, o objetivo do trabalho foi revisitar o percurso de uma experiência com mapas conceituais tomando como marcos descriptivos um conjunto

de produções desenvolvidas ao longo de uma década (2015-2025) de atuação colaborativa de pesquisadores da área biológica. A pesquisa enfatiza uma investigação qualitativa na busca de recapitular caminhos vivenciados com a produção de mapas conceituais envolvendo professores, pesquisadores e estudantes de graduação e pós graduação de cursos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os dados analisados evidenciam (a) o marco fundacional (2015-2018): evoluindo no processo; (b) a consolidação das pesquisas com mapas conceituais como metodologia de aprendizagem ativa e os projetos de ensino (2019-2022); (c) as produções científicas recentes (2023-2025) evidenciando revitalização e expansão extensionista. A jornada de dez anos reforça o papel vital da pesquisa na formação de novos pesquisadores, na conscientização sobre a biodiversidade e sua sustentabilidade na contribuição para uma educação mais significativa e engajada.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa. Ensaio Teórico-Reflexivo. Engajamento Colaborativo. Inteligência Artificial Generativa. Mapeamento Conceitual Novakiano.

ABSTRACT

The growing environmental crisis, characterized by habitat loss and the continuous and alarming reduction of biodiversity, demands urgent solutions, with higher education institutions, through scientific research, being a place to search for viable solutions. Considering the acquisition and production of knowledge as a basic element in the scientific process, the objective of this work was to revisit the trajectory of an experience with concept maps, taking as descriptive landmarks a set of productions developed over a decade (2015-2025) of collaborative work by researchers in the biological area. The research emphasizes a qualitative investigation in the search to recapitulate paths experienced with the production of concept maps involving professors, researchers, and undergraduate and graduate students from courses at the Federal University of Rio Grande do Norte. The analyzed data show (a) the foundational framework (2015-2018): evolving in the process; (b) the consolidation of research with concept maps as an active learning methodology and teaching projects (2019-2022); (c) recent scientific productions (2023-2025) showing revitalization and expansion. The ten-year journey reinforces the vital role of research in training new researchers, raising awareness about biodiversity and its sustainability, and contributing to a more meaningful and engaged education.

Keywords: Active Learning. Theoretical-Reflective Essay. Collaborative Engagement. Generative Artificial Intelligence. Novakian Conceptual Mapping.

RESUMEN

La creciente crisis ambiental, caracterizada por la pérdida de hábitat y la continua y alarmante reducción de la biodiversidad, exige soluciones urgentes, siendo las instituciones de educación superior, a través de la investigación científica, un espacio idóneo para la búsqueda de soluciones viables. Considerando la adquisición y producción de conocimiento como un elemento básico del proceso científico, el objetivo de este trabajo fue revisar la trayectoria de la experiencia con mapas conceptuales, tomando como referencia un conjunto de producciones desarrolladas durante una década (2015-2025) de trabajo colaborativo entre investigadores del área biológica. La investigación enfatiza un enfoque cualitativo para recapitular las experiencias vividas en la producción de mapas conceptuales, con la participación de profesores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. Los datos analizados muestran: (a) el marco fundacional (2015-2018): en constante evolución; (b) la consolidación de la investigación con mapas conceptuales como metodología de aprendizaje activo y proyectos docentes (2019-2022); (c) producciones científicas recientes (2023-2025) que evidencian revitalización y expansión. Este recorrido de diez años refuerza el papel vital de la investigación en la formación de nuevos

investigadores, la sensibilización sobre la biodiversidad y su sostenibilidad, y la contribución a una educación más significativa y participativa.

Palabras clave: Aprendizaje Activo. Ensayo Teórico-Reflexivo. Participación Colaborativa. Inteligencia Artificial Generativa. Mapeo Conceptual Novakiano.

1 INTRODUÇÃO

A crescente crise ambiental, caracterizada pelas mudanças climáticas, agravamento da perda de habitats e pela contínua e alarmante redução da biodiversidade, acarreta impactos socioambientais e econômicos significativos (Cardoso *et al.*, 2020; Eisenhauer *et al.*, 2023; Ali *et al.* 2024; Lhoumeau; Pinelo; Borges, 2025). Tais repercussões afetam, de maneira sem precedentes, comunidades em níveis local, regional e global, podendo ocasionar graves implicações na economia e saúde pública (Wilson; Peter, 1997; Artaxo, 2020; Atwoli *et al.*, 2021; Tollefson, 2020; Wu, 2021; Keesing; Ostfeld, 2021; Lawler *et al.*, 2021; Van Genuchten, 2023), o que demanda abordagens inovadoras e eficazes para aquisição, produção e disseminação do conhecimento científico e, assim promover o bem-estar social.

As instituições de ensino se configuram como lugares de produção e propagação do conhecimento, sendo, assim, um espaço privilegiado para investigar e praticar temas integradores, como a biodiversidade, por exemplo (Marín, 2017; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2020). As áreas do conhecimento no ensino superior são diversas e, no campo da biologia são contemplados, inclusive, conteúdos abstratos diversos, destacando-se entre eles, estudos sobre táxons animais enigmáticos e pouco conhecidos, frequentemente negligenciados no processo de ensino-aprendizagem (Araújo-de-Almeida *et al.*, 2011; Di Domenico *et al.*, 2015). A tarefa de abordar temas complexos, tornando-os significativos para os estudantes, exige, segundo Ausubel (1963), que as novas informações sejam aprendidas por meio de interações com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quando se trata de aprendizagem de grandes quantidades de conceitos, uma ferramenta metodológica que auxilia no processo de aprendizagem significativa é a técnica de mapeamento conceitual desenvolvida por Joseph D. Novak na década de 1970 e que continua sendo uma ferramenta muito poderosa no processo de ensino da área de ciências em geral (Bartasson e Saito, 2015; Correia, Silva e Aguiar, 2019; Ramos e Bagio, 2020; Endres Jr *et al.*, 2024), como em temas mais especializados, tal como a Biologia e suas diferentes áreas (Dias-da-Silva, 2018a, b; Aciole *et al.*, 2023, Araújo-de-Almeida e Santos, 2024).

Quando os mapas conceituais são utilizados de forma bem fundamentada, como metodologia de aprendizagem ativa, são capazes de atingir seu potencial, gerando um conhecimento mais alicerçado, uma vez que o estudante se torna protagonista no processo construtivo (Coelho *et al.*, 2020, Mello *et al.*, 2023). As metodologias ativas de ensino proporcionam maior engajamento e também aprendizagem significativa (Mello *et al.*, 2023, Azevedo *et al.*, 2025). Os mapas conceituais também são importantes para promover reflexões acerca dos conteúdos abordados (Kumar; Mane, 2022).

Considerando as colocações de Kumar e Mane (2022), de que reflexão é uma atividade ou processo que envolve relembrar, considerar e avaliar uma experiência, o objetivo deste trabalho foi destacar acerca da importância do uso da técnica de mapeamento conceitual no processo de aprendizagem de temas acerca da biodiversidade animal, procurando-se enfocar o protagonismo de diferentes autores e o enaltecimento de produções acadêmicas marcadas por um conjunto de publicações desenvolvidas ao longo de uma década (2015-2025) de atuação colaborativa de pesquisadores da área biológica.

1.1 ORIGEM DOS MAPAS CONCEITUAIS, A CONTÍNUA EVOLUÇÃO E SUA UNIVERSALIDADE

A técnica de mapeamento conceitual foi criada por Joseph D. Novak na década de 1970 e foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Essa teoria, desenvolvida por David Ausubel (Ausubel, 1963), aborda a forma como os seres humanos adquirem e utilizam novos conceitos e estabelecem novas relações entre eles. Dentro de um processo de contínua evolução dos mapas conceituais, reconhecido pelo próprio autor (ver Novak; Cañas, 2006), tem-se um longo caminho de produções acerca dessa representação gráfica constituída por um conjunto de conceitos unidos por palavras de ligação associadas a setas de conexão (Kinchin; Möllits; Reiska, 2019).

Diversas publicações do pesquisador Joseph D. Novak, tais como Novak (1990, 1998, 2002, 2011, 2013, 2018), Novak e Gowin (1984), Novak e Musonda (1991) e Novak e Cañas (2004, 2006, 2007, 2010a, b), evidenciam a evolução dessa ferramenta gráfica ao longo do tempo. Com o advento do *software* CmapTools, que agilizou o processo de elaboração dos mapas conceituais propostos por Joseph D. Novak (Cañas *et al.*, 2004; Novak e Cañas, 2004; Cañas e Novak, 2008), ampliou-se ainda mais a disseminação e a aplicação dessa técnica de produção de esquemas visuais significativos, de caráter universal.

Os mapas conceituais permitem a construção de conhecimentos, fomentando o desenvolvimento de habilidades cognitivas, o raciocínio lógico e a criatividade (Novak, 2002; 2011; Novak; Cañas, 2008, 2010a; Moreira, 2010; 2011; Aguiar e Correia, 2013; Åhlberg, 2004; 2008; 2013, Kinchin, 2014; Cañas, Novak e Reiska, 2015; Correia *et al.*, 2016; Correia, Silva e Aguiar, 2019; Correia, Ballego e Nascimento, 2020; Soares e Correia, 2023).

A técnica de mapeamento conceitual configura-se como uma ferramenta promissora para aplicação em diversos níveis de ensino, do básico ao superior (Kinchin, 2014; Correia *et al.*, 2016; Kinchin; Möllits; Reiska, 2019; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2020; Correia, Ballego e Nascimento, 2020; Queiroz *et al.*, 2023; Soares e Correia, 2023). Dessa forma, rompendo a colocação de Kinchin (2001),

de que a biologia não está usando os mapas conceituais, uma experiência com a aplicação desses esquemas gráficos, no ensino de biodiversidade, demonstra o poder dessa ferramenta para o ensino e pesquisa dessa área (Araújo-de-Almeida *et al.*, 2020, 2023; Aciole *et al.*, 2023; Araújo-de-Almeida; Santos, 2024). Em qualquer situação, para garantir um mapa conceitual de alta qualidade em termos de estrutura gráfica e precisão de conteúdo é necessário treinar os usuários na técnica de mapeamento conceitual (Aguiar; Correia, 2017).

2 METODOLOGIA

O trabalho enfatiza uma investigação qualitativa na busca de recapitular caminhos vivenciados com a produção de mapas conceituais envolvendo professores, pesquisadores e estudantes da graduação em Ciências Biológicas e Ecologia, ambos pertencentes ao Centro de Biociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), como também da Pós graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra (PPGECNM), dessa instituição de ensino superior. Além de participações colaborativas com Pesquisadores de outras instituições de ensino superior (Universidade Federal da Paraíba, UFPB).

Tratando de descrever um processo envolvendo relembrar, considerar e avaliar uma experiência vivida ao longo de 10 anos com o uso da técnica de mapeamento conceitual, diversas publicações desenvolvidas por um grupo de pesquisadores da área biológica foram acessadas como forma de desenvolver um estudo reflexivo nas condições de reflexividade abordada por Kumar e Mane (2022). Considera-se também, de acordo com Dutra, Ferreira e Therrien (2019) que esse estudo é considerado um ensaio, uma vez que é composto de um discurso interdisciplinar, mobilizado pela reflexividade e problematização em torno do processo da escrita.

Como forma de evidenciar uma visão histórica do percurso caminhado ao longo de 10 anos, registros de todas as publicações dos autores vinculados ao Laboratório de Pesquisa e Ensino de Zoologia (LaPEZ) envolvidos com os mapas conceituais, na perspectiva da biodiversidade, para se ter um panorama do somatório total e, assim, operacionalizar uma sistematização mais objetiva acerca do processo. Esses registros foram buscados a partir de três currículos cadastrados na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (<http://lattes.cnpq.br/3865714707038562>, <http://lattes.cnpq.br/6254739077449610>, <http://lattes.cnpq.br/0267274200882756>).

Em função de um vínculo constante em grande parte das publicações desenvolvidas por esses autores, foram identificadas três publicações enfatizando abordagens gerais sintetizando pontos significativos ao longo dessa trajetória de 10 anos. Os artigos de Araújo-de-Almeida e Santos (2018,

2024) e Aciole *et al.* (2023) receberam atenção nesse contexto. Considerando a possibilidade de uma vivência com a Inteligência artificial generativa (IA generativa) como instrumento metodológico de interação construtiva, buscou-se o auxílio dessa ferramenta. Justifica-se essa opção por considerar que os autores envolvidos conhecem os limites e possibilidades do uso da IA generativa na construção de textos, como também as publicações-chave selecionadas para o tratamento e geração de um escrito inicial, foram desenvolvidas por autores que compõem essa revisita aos trabalhos.

De acordo com a Academia Brasileira de Ciências (ABC, 2023) e Sampaio, Sabbatini e Limongi (2025), se adequadamente planejada e executada, a IA pode acelerar a educação em todos os níveis de ensino. A utilização da IA, no momento inicial de uma pesquisa, agiliza a coleta e a organização de grandes volumes de dados textuais permitindo que a atenção seja direcionada à análise e à estruturação da narrativa (Ferreira *et al.*, 2024; Khalifa; Albadawy, 2024; Pinho; Costa; Pinho, 2025; Ribeiro *et al.*, 2024). Seguindo o que foi recomendado por Khalifa e Albadawy (2024) acerca da importância de declarar onde e como a IA é utilizada no escrito, destacamos sobre o uso dessa ferramenta na presente pesquisa, considerando uma reflexão crítica em torno da experiência vivenciada.

O processo de uso da IA iniciou-se a partir de uma projeção reflexiva recapitulando acerca do significado das produções desenvolvidas pelos pesquisadores autores junto aos colaboradores vinculados. Os questionamentos iniciais foram anotados e foi elaborado um comando (*prompt*) para obtenção de um escrito inicial em torno das três produções acima colocadas. Assim, para construção deste artigo utilizou-se a IA Gemini atuando como um assistente de reestruturação do conhecimento e redator acadêmico inicial desencadeador de um manuscrito de reflexão prévia.

A partir do *prompt*, o sistema estruturou um rearranjo contextualizado das ideias-chave contidas nos documentos fornecidos, sem inserção de autores e datas correspondentes às abordagens conceituais contidas no corpo do texto gerado pela IA. Após uma leitura criteriosa desse escrito, em formato de ensaio teórico, foram utilizados elementos da análise de conteúdo sistematizada por Bardin (2016), e alguns complementos, mudanças e correções foram acrescidos, tanto no escrito gerado, quanto nas três categorias temáticas delimitadas pela IA, para o período de 10 anos de conectividade com os mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem e pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o tratamento analítico realizado pelos autores, para os artigos produzidos e situados, cronologicamente, em três categorias emergentes, possibilitou descrever pontos significativos de cada publicação. Nesse sentido, estão comentados aspectos que foram explorados ao longo de 10 anos de mapeamento conceitual novakiano, nos seguintes tópicos: (a) O marco fundacional (2015-2018): evoluindo no processo. (b) A consolidação das pesquisas com mapas conceituais e os projetos de ensino (2019-2022). (c) As produções recentes (2023-2025) evidenciando renovação e expansão extensionista. Consequentemente, com a inserção de um referencial teórico sobre biodiversidade e mapeamento conceitual além da ampliação do número de publicações analisadas, a discussão recebeu um novo olhar não visualizado nos artigos de análise inicial inseridos para descrição textual pela IA generativa.

3.1 O MARCO FUNDACIONAL (2015-2018): EVOLUINDO NO PROCESSO

O período entre 2015 e 2018 foi crucial para o estabelecimento das bases teóricas e metodológicas que guiaram a pesquisa ao longo dos anos. Araújo-de-Almeida e Santos, 2024 a, b) destacam que o ponto de partida com os mapas conceituais, iniciado em 2015, está vinculado às pesquisas desenvolvidas no LaPEZ, UFRN. As publicações de Monteiro e Araújo-de-Almeida (2016a, b) constituíram os primeiros registros formais de publicação, usando a técnica de mapeamento conceitual desse laboratório, coordenado pela Profa. Elineí Araújo.

Reavaliando dados registrados do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), UFRN, esse trabalho foi desenvolvido como atividade avaliativa do componente curricular intitulado “Tópicos especiais em ensino de Ciências”, ofertado em 2015, pelo PPGECONM, tendo como docente ministrante, a quarta autora desse escrito comemorativo. Em momento oportuno, a atividade avaliativa foi desenvolvida por Natiely Monteiro (segunda autora do artigo), sob a orientação da Profa. Elineí Araújo, recebeu contextualizações em formato de capítulo de livro e foi submetido e aprovado para apresentação no V Fórum Internacional do Meio Ambiente, realizado em Santiago do Chile, no período de 9 a 15 de novembro de 2015, denominado “Conferência da Terra” evidenciando o tema: “Paisagens, Solos e Biodiversidade: desafios para um bom viver”, cuja publicação dos Anais, ocorreu em 2016 (ver Seabra, 2016).

Segundo Seabra (2016), a Conferência da Terra 2015 foi uma realização do Instituto do Patrimônio Turístico – IPT, da Universidad Central de Chile, em parceria com a Universidade Federal da Paraíba, Brasil, e apoio de diversas instituições governamentais, privadas e associações

comunitárias. Segundo esse autor, o tema central do evento foi concebido em sintonia com a celebração da 68^a Assembleia Geral das Nações Unidas, que elegeu 2015 como o “Ano Internacional dos Solos”.

Dando prosseguimento às pesquisas com mapas conceituais, Araújo-de-Almeida e Santos (2021) destacaram que, na graduação, as aplicações dessa técnica tiveram início no ano de 2016. Em 2017 foram registradas as primeiras publicações realizadas por estudantes desse nível de ensino (ver Oliveira; Aguiar; Araújo-de-Almeida, 2017; Paiva *et al.*, 2017; Silva; Araújo-de-Almeida, 2017). Também, nesse ano de 2017 estava em andamento uma pesquisa sobre mapas conceituais desenvolvida por estudante de pós graduação, no PPGECNM, Clécio Danilo Dias da Silva (terceiro autor do artigo), cuja divulgação do trabalho Araújo-de-Almeida *et al.* (2017) enfatizaram suas parcerias com pesquisadores vinculados ao LaPEZ. O desenvolvimento de mapas conceituais, explorando táxons invertebrados diversos, abrangeu, assim, o espaço para uma abordagem taxonômica e filogenética da biodiversidade e seu vínculo com a produção de materiais bibliográficos para a sala de aula.

Abordando sobre mapas conceituais, com ênfases em conteúdos de Botânica, Ecologia e Zoologia, o produto educacional construído por Dias-da-Silva e Araújo-de-Almeida (2018), como complemento à dissertação de mestrado (ver Dias-da-Silva, 2018a), marca uma produção formal, realizada em nível de pós graduação, que enriqueceu consideravelmente o arcabouço teórico e prático sobre os mapas conceituais, para utilização em salas de aulas de cursos de graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura).

Centrado nos invertebrados poucos conhecidos, o artigo de Araújo-de-Almeida e Santos (2018) constitui um exemplo de trabalho sobre os mapas conceituais, que evidenciou escritos científicos de estudantes de graduação, em Ciências Biológicas, publicados em 2017. Enquanto trabalho avaliado e publicado em evento internacional da área de mapas conceituais, ganhou importância como fonte bibliográfica validada como sendo de natureza novakiana.

As produções científicas deste período inicial, categorizadas e explicitadas nesse período (Quadro 1), estabeleceram as bases conceituais para tornar acessíveis os conhecimentos complexos de sistemática filogenética e taxonomia, servindo como uma fundação para o que viria a seguir.

Quadro 1. Evidenciando diferenciais nas publicações desenvolvidas por docentes, pesquisadores e discentes, no período de 2016 à 2018.

Diferenciais capturados para as publicações envolvendo mapas conceituais	Publicações-Chave (Autores e Ano)
Publicações em Anais de eventos abordando análise de publicações acerca mapas conceituais acerca de temas ambientais diversos	Monteiro e Araújo-de-Almeida (2016a, b)
Publicações em Anais de eventos abordando análise teórica sobre os mapas conceituais, vinculadas à Pós graduação em ensino.	Monteiro e Araújo-de-Almeida (2016a, b), Dias-da-Silva <i>et al.</i> (2017)

Publicações em Anais de evento, sobre a aplicação de mapas conceituais, desenvolvidos na graduação, explorando táxons invertebrados diversos	Araújo-de-Almeida <i>et al.</i> (2017; 2018), Dias-da-Silva, Santos e Araújo-de-Almeida (2017)
Publicações em Anais de evento, explorando terminologias filogenéticas por meio de mapas conceituais	Araújo-de-Almeida; Santos, (2017), Santos e Araújo-de-Almeida (2018).
Publicações em Anais de evento, sobre mapa conceitual liderados por estudantes de graduação, abordando táxons poucos conhecidos	Oliveira; Aguiar; Araújo-de-Almeida (2017), Paiva <i>et al.</i> , 2017; Silva; Araújo-de-Almeida (2017), Lima <i>et al.</i> , 2018.
Publicações em Anais de evento especializado, abordando sobre trabalhos desenvolvidos sobre táxons pouco conhecidos	Araújo-de-Almeida e Santos (2018).
Publicação de produto didático desenvolvido em nível de mestrado (PPGECM), ilustrando conteúdos de Botânica e Zoologia.	Dias-da-Silva; Araújo-de-Almeida (2018)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2 A CONSOLIDAÇÃO DAS PESQUISAS COM MAPAS CONCEITUais E OS PROJETOS DE ENSINO (2019–2022)

A partir de 2019, as pesquisas consolidaram-se em diversas produções envolvendo, principalmente, publicações lideradas por vários estudantes, as quais foram colocadas como objetivos vinculados aos projetos de ensino. Nesse período de consolidação das pesquisas com a técnica de mapeamento conceitual, evidenciam-se quatro projetos de ensino, registrados na Pró-Reitoria de Graduação (Prograd) da UFRN.

Em 2019, foi executado o primeiro projeto "Mapeamento conceitual no percurso da aprendizagem de conteúdos em zoologia" (MCPACZ) que teve por foco capacitar os monitores para o desenvolvimento de mapas conceituais sobre diversos táxons enigmáticos. Essas produções, lideradas por monitores, foram publicadas em anais de eventos científicos: Aciole *et al.* (2019a, b), Filgueira *et al.* (2019), Paiva *et al.* (2019), Xavier *et al.* (2019). O segundo projeto, "Aprendizagem e comunicação sobre a biodiversidade por meio de mapas conceituais" (ACBMC) em 2020, expandiu o trabalho para aprimorar a escrita científica, culminando na publicação de capítulos de livros. Contempla os trabalhos de Aciole *et al.* (2020), Xavier *et al.* (2020).

No ano seguinte, 2021, o projeto "Aprendizagem e divulgação sobre biodiversidade: renovando experiências com mapas conceituais para ensino híbrido" (ADB-MCEH) adaptou-se ao formato de ensino remoto e inovou com a utilização de "esqueletos de mapas conceituais" para refinar as produções. Esse projeto resultou nas publicações de Aciole *et al.* (2021a, b), Alcoforado *et al.* (2021), Cunha *et al.* (2021) e Filgueira *et al.* (2021a, b). Por fim, o quarto projeto "Conhecendo e divulgando sobre biodiversidade: os mapas conceituais colaborativos em ação" (CDB-MCCA) de 2022, fortaleceu a abordagem colaborativa e se concentrou na análise de conteúdo das publicações já existentes, o que gerou um novo ciclo de reflexão sobre a trajetória percorrida. Esse projeto abrangeu as publicações de Aciole *et al.* (2022a, b), Cunha *et al.* (2022) e Lima *et al.* (2022).

Enfatizando o aspecto da liderança de estudantes na construção dos escritos científicos, o Quadro 2 evidencia os projetos de ensino, ao longo de quatro anos, explicitando os táxons que foram explorados por esses estudantes, sob a orientação de professores e pesquisadores vinculados ao LaPEZ.

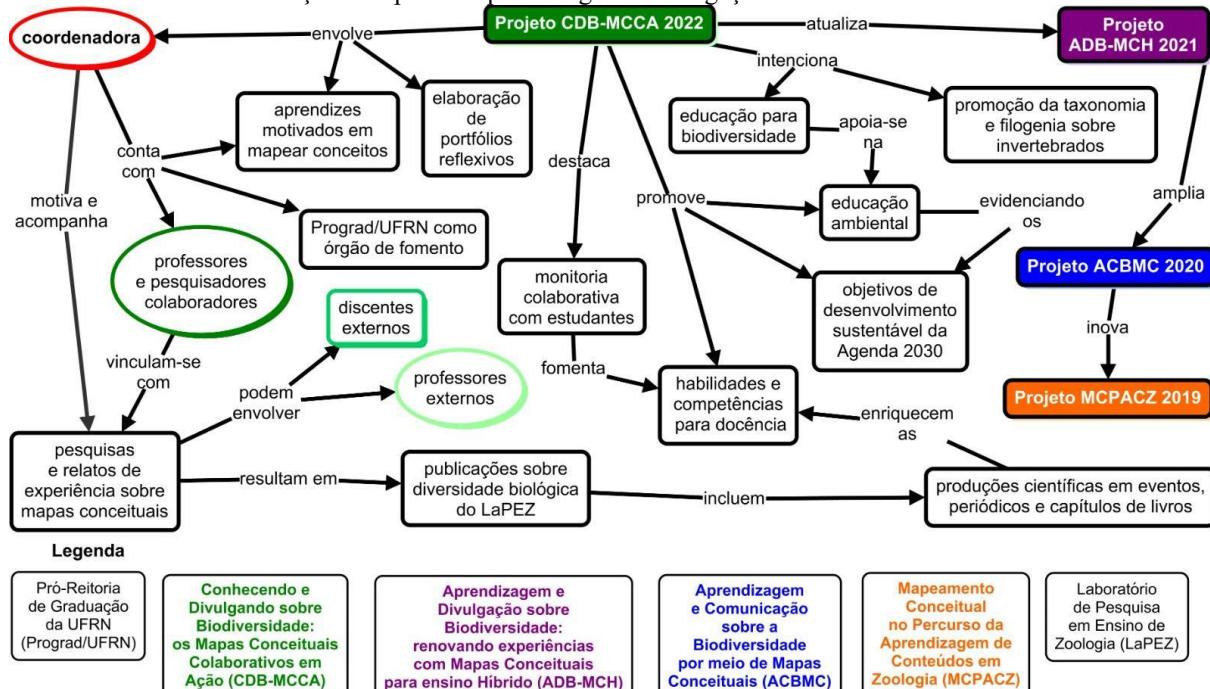
Quadro 2. Produções lideradas por estudantes sobre mapas conceituais em Zoologia vinculadas aos Projetos de Ensino realizados entre 2019-2022

Nome do Projeto (Sigla)	Táxons Animais Estudados	Publicações Chave (Autores e Ano)
Mapeamento Conceitual no Percurso da Aprendizagem de Conteúdos em Zoologia (MCPACZ)	Cycliophora, Entoprocta, Onychophora, Priapulida, Tardigrada	Aciole <i>et al.</i> (2019a, b), Filgueira <i>et al.</i> (2019), Paiva <i>et al.</i> (2019), Xavier <i>et al.</i> (2019)
Aprendizagem e Comunicação sobre a Biodiversidade por Meio de Mapas Conceituais (ACBMC)	Entoprocta, Tardigrada	Aciole <i>et al.</i> (2020), Xavier <i>et al.</i> (2020)
Aprendizagem e Divulgação sobre Biodiversidade: Renovando Experiências com Mapas Conceituais para Ensino Híbrido (ADB-MCEH)	Gordioidea (Nematomorpha), Collembola, Priapulida, Entoprocta	Aciole <i>et al.</i> (2021a, b), Alcoforado <i>et al.</i> (2021), Cunha <i>et al.</i> (2021), Filgueira <i>et al.</i> (2021a, b)
Conhecendo e Divulgando sobre Biodiversidade: os Mapas Conceituais Colaborativos em Ação (CDB-MCCA)	Gnathostomulida, Micrognathozoa	Aciole <i>et al.</i> (2022a, b), Cunha <i>et al.</i> (2022), Lima <i>et al.</i> (2022)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

No final desse período com os projetos de ensino, o então monitor Douglas Aciole (primeiro autor), vinculado aos quatro projetos, realizou no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Ceará-Mirim, uma oficina no “I Congresso Nacional de Meio Ambiente em Ceará-Mirim” intitulada “Mapas conceituais sobre animais semelhantes a pinos de boliche e outros invertebrados pouco conhecidos”. A oficina abordou a diversidade de invertebrados pouco divulgados, utilizando mapas conceituais para destacar sua importância nos ecossistemas. O objetivo foi disseminar o conhecimento científico e despertar o interesse pela conservação da biodiversidade, empregando os mapas conceituais como ferramenta para facilitar a compreensão de conceitos complexos. Além do mais, a Figura 1 expressa essa participação ativa do estudante ao possibilitar um movimento intenso para a construção de mapas conceituais para divulgação da biodiversidade.

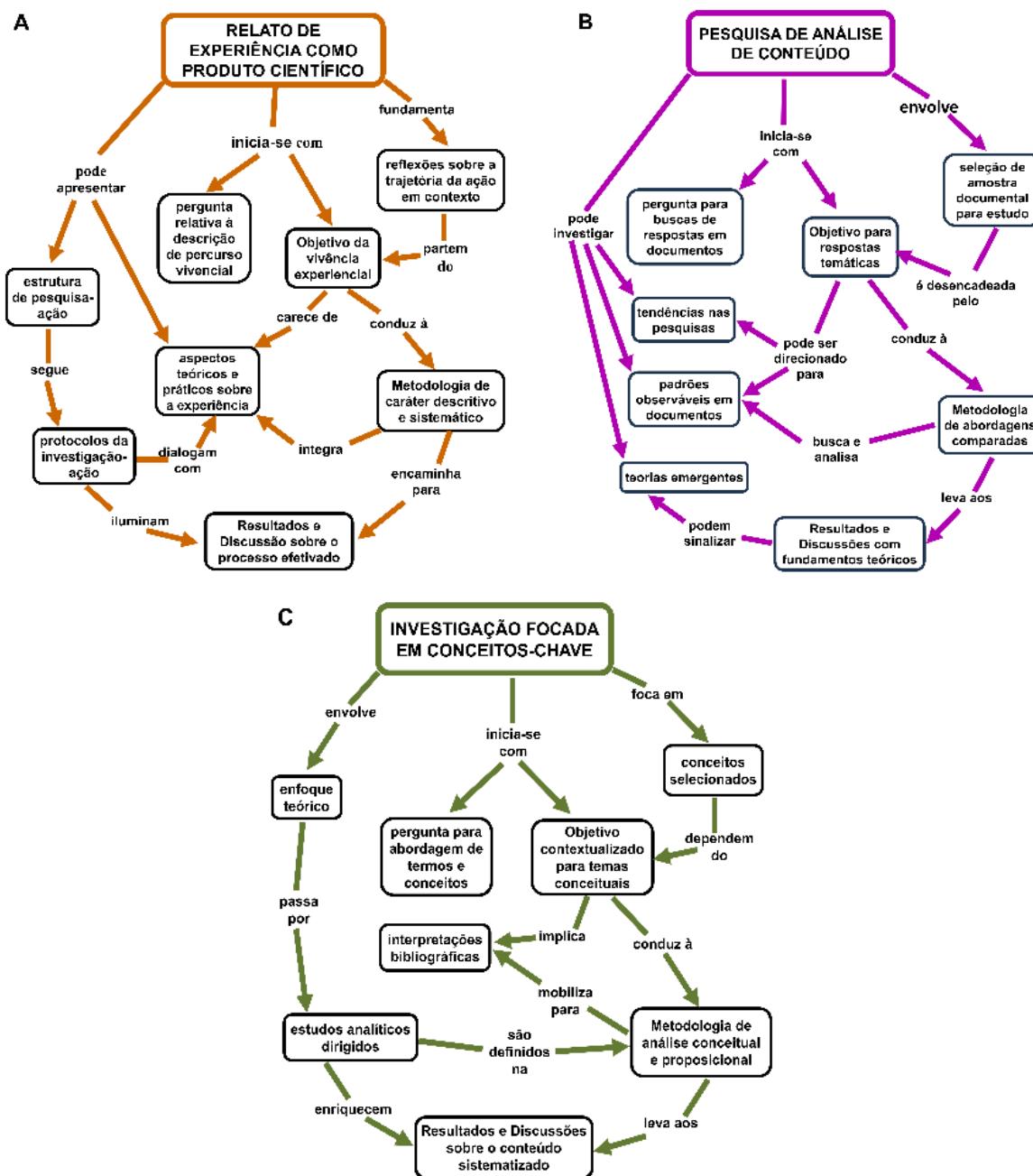
Figura 1: Mapa conceitual respondendo a pergunta focal: Quais foram as interações e como mobilizaram para as construções em prol da aprendizagem e divulgação sobre biodiversidade?



Fonte: Mapa conceitual obtido a partir de Aciole *et al.* (2023, p. 30931).

As publicações lideradas por estudantes, e distribuídas ao longo dos quatro projetos de ensino ilustrados na Figura 1, contemplam estilos de construção diferenciados, que foram classificados por Araújo-de-Almeida e Santos (2024) em: (a) relato de experiência como produto científico (Bezerra *et al.*, 2019; Xavier *et al.*, 2020; Aciole *et al.* (2021a; Alcoforado *et al.*, 2021; Filgueira *et al.*, 2021b; Lima *et al.*, 2022); (b) pesquisa de análise de conteúdo (Aciole *et al.* 2021b; 2022; 2023; Cunha *et al.*, 2021); e (c) investigação focada em conceitos-chave (Aciole *et al.*, 2021a, 2024; Filgueira *et al.*, 2021a), Cunha *et al.* (2022; Vieira *et al.*, 2022). Como esquemas ilustrativos, os mapas conceituais descritos na Figura 2 a, b e c especificam as conceituações sobre cada um desses estilos de pesquisa.

Figura 2. Mapas conceituais descrevendo acerca de estilos de escritos científicos: A) relato de experiência, B) Análise de conteúdo e C) Investigação de conceitos



Fonte: Obtidos a partir de Araújo-de-Almeida e Santos (2024)

Tratando-se das produções realizadas ao longo da execução dos projetos de monitoria e da ênfase atribuída ao protagonismo estudantil, destacam-se outras publicações desenvolvidas nesse percurso, a saber: Araújo-de-Almeida *et al.* (2019a) apresentaram uma atualização acerca da relevância da construção de relatos de experiências como instrumentos de aprendizagem e de construção do conhecimento, inclusive para a contextualização dos mapas conceituais no estudo da biodiversidade animal e de sua sustentabilidade; Araújo-de-Almeida *et al.* (2019b) evidenciaram participações

colaborativas entre professores, estudantes de pós-graduação e de graduação de diferentes instituições de ensino (UFPB); Dias-da-Silva *et al.* (2019a) explicitaram a concretização de uma pesquisa em nível de mestrado desenvolvida no PPGECNM/UFRN; Dias-da-Silva *et al.* (2019b) enfatizaram a elaboração de mapas conceituais sobre táxons metazoários invertebrados, e Souza e Araújo-de-Almeida (2019), que abordaram o uso de mapas conceituais na exploração de temas relacionados à parasitologia.

No âmbito do segundo projeto de monitoria, desenvolvido durante o período de ensino remoto decorrente da pandemia de COVID-19, iniciada em 2020, Araújo-de-Almeida *et al.* (2020) elaboraram, em colaboração com monitores e um biólogo da UFRN, reflexões acerca das produções dos estudantes envolvendo mapas conceituais de táxons pouco conhecidos. Durante a execução do terceiro projeto de monitoria, ainda em regime de ensino remoto, o trabalho de Araújo e Araújo-de-Almeida *et al.* (2021) demonstrou a possibilidade de utilização dos mapas conceituais como elemento de ilustração metodológica, explorando o tema dos portfólios e destacando a importância do planejamento na realização do projeto, de modo a favorecer a consolidação de resultados em forma de publicações. Dantas *et al.* (2021) apresentaram uma investigação com o uso de mapas conceituais no percurso formativo de professores da educação básica. Por sua vez, Melo (2021), em sua dissertação de mestrado orientada pela quinta autora (Profa. Elineí Araújo) e com assessoria jurídica do MSc. Roberto L. Santos, abordou a construção de mapas conceituais enfatizando temas jurídicos voltados à conservação da biodiversidade, bem como o uso de animais em práticas de aprendizagem. Nesse trabalho, a autora destacou a relevância da Instrução Normativa nº03/2014-ICMBio (Brasil, 2014) (substituída pela Portaria ICMBio nº 748/2022), da Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) (Brasil, 1998b), e da Lei Arouca da Experimentação Animal (Lei nº 11.794/2008) (Brasil, 2008). Por fim, Araújo-de-Almeida *et al.* (2022) apresentaram reflexões sobre o percurso de publicações no ensino de zoologia, ressaltando a importância dos mapas conceituais nessa trajetória de formação e pesquisa.

3.3 AS PRODUÇÕES RECENTES (2023-2025): RENOVAÇÃO E EXPANSÃO EXTENSIONISTA

Após a conclusão do ciclo de quatro anos com seus respectivos projetos de ensino, a pesquisa demonstrou sua vitalidade e capacidade de expansão. O ano de 2023 foi marcado por publicações que solidificaram o engajamento com a técnica de mapeamento conceitual, tanto na continuidade do estilo de pesquisa já vivenciado, quanto explorando alguns diferenciais metodológicos novos na ênfase aos mapas conceituais. Nesse sentido, destacam-se nesse percurso: (a) construção de mapas conceituais como esquemas gráficos fundamentados em pesquisas bibliográficas especializadas sobre táxons

enigmáticos, destacando o trabalho de Vieira *et al.* (2023) e Aciole *et al.* (2024) e Santos *et al.* (2024); (b) análise de publicações, evidenciando os mapas conceituais como elementos de divulgação da biodiversidade, tais como Aciole *et al.* (2023), Araújo-de-Almeida *et al.* (2023, 2024), Viana *et al.* (2023) e Araújo-de-Almeida e Santos (2024); (c) estudo de percepções de estudantes usuários de mapas conceituais como elementos de aprendizagem (Dias-da-Silva *et al.*, 2023); e (d) utilização dos mapas conceituais como esquema ilustrativo de aspectos metodológicos da pesquisa (2023; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2022, 2023, 2024, 2025; Souza *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2023; Cunha *et al.*, 2025). Essas produções estão organizadas no Quadro 3 seguinte:

Quadro 3. Evidências às publicações realizadas entre 2023-2025 destacando os mapas conceituais em abordagens diversificadas

Enfoque específico dado à técnica de mapeamento conceitual	Temática explorada no artigo	Publicações Chave (Autores e Ano)
Construção de mapas conceituais como esquemas gráficos fundamentados em pesquisas bibliográficas especializadas	Estudo de táxons: Chaetognatha (Gastrotricha), Cycliophora e conceituações de aspectos jurídicos para as coleções	Vieira <i>et al.</i> (2023) e Aciole <i>et al.</i> (2024), Santos <i>et al.</i> (2024)
Análise de publicações, evidenciando os mapas conceituais como elementos de divulgação da biodiversidade	Conjunto de publicações ilustrando sobre biodiversidade	Aciole <i>et al.</i> (2023), Araújo-de-Almeida <i>et al.</i> (2023), Viana <i>et al.</i> (2023) e Araújo-de-Almeida e Santos (2024)
Estudo de percepções de estudantes engajados com mapas conceituais como elementos de aprendizagem	Enfoques aos mapas conceituais sobre táxons invertebrados diversos	Dias-da-Silva <i>et al.</i> (2023)
Utilização dos mapas conceituais como esquema ilustrativo de aspectos metodológicos da pesquisa	Relatos sobre percursos de ensino-aprendizagem acerca da biodiversidade	Araújo-de-Almeida <i>et al.</i> (2024, 2025), Souza <i>et al.</i> (2023); Silva <i>et al.</i> (2023); Cunha <i>et al.</i> (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

As publicações aqui distribuídas ao longo de 10 anos e categorizadas em três momentos consecutivos, além de abordarem sobre os mapas conceituais enfocando pesquisas atualizadas sobre a diversidade animal (fundamentadas em autores mundialmente adotados, tais como Brusca, Moore e Shuster (2018) e Giribet e Edgecombe (2020), e outros referenciais bibliográficos especializados sobre cada táxon) e explorando o enfoque filogenético (Amorim, 2002; Araújo-de-Almeida *et al.*, 2019b), também destacam aspectos na perspectiva da sustentabilidade. Isso reflete o compromisso com a ciência cidadã. Este modelo de atuação reforça a ideia de que a divulgação científica é um dever intrínseco das instituições de ensino superior, alinhando-se com o artigo 13 da Convenção sobre Diversidade Biológica, a Política Nacional da Educação Ambiental e o componente 6 da Política Nacional da Biodiversidade (Brasil, 1998a, 1999 e 2002, respectivamente).

Em se tratando da biodiversidade, integrações com a temática dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU (2015), são frequentemente, enfatizadas, especialmente ao tratar dos ODS 14 (“vida na água”) e ODS 15 (“vida na terra”). Nesse

contexto, destaques para uma educação alinhada com os princípios da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura UNESCO (UNESCO, 2017) são também frequentemente consideradas nos escritos produzidos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A trajetória que se iniciou formalmente em 2015 documenta interações contínuas e um percurso que continua até a atualidade. Ao longo do trajeto, as publicações diversas utilizando os mapas conceituais como elemento metodológico, demonstram a viabilidade e o potencial desse instrumento para tornar compreensíveis conceitos biológicos abstratos e para envolver ativamente os aprendizes na construção de seu próprio conhecimento.

A expressão das ideias por meio de relatos de experiência, análises de conteúdo e pesquisas de investigação conceitual, abrangendo projetos acadêmicos, contemplando o período de ensino remoto e, mais recentemente, incluindo exposições de caráter de extensão universitária, evidencia o interesse contínuo na temática abordada. Além disso, a formação de aprendizes ativos, voltada ao incentivo da escrita científica e à produção de materiais didáticos que transcendem o espaço da sala de aula, reforça a busca constante pelo exercício do pensamento crítico.

Experienciar aspectos da inteligência artificial generativa (IA generativa), como elemento construtivo na fase inicial de produção do artigo, possibilitou testar algumas hipóteses acerca do uso da IA como ferramenta auxiliar na sistematização do conhecimento. Dessa forma, foi possível acompanhar o debate contemporâneo sobre o emprego de ferramentas computacionais baseadas em Modelo de Linguagem em Grande Escala (Large Language Model) como recurso que necessita de planejamento adequado para que seja bem executado e, assim, acelerar a educação e promover interações criativas no processo da escrita acadêmica.

A perspectiva de continuidade das pesquisas enfocando os mapas conceituais, a biodiversidade e sua sustentabilidade, sinalizada em alguns escritos, demonstra que novos horizontes poderão ser alcançados em torno de uma educação mais significativa e engajada, projetando-se para um futuro de descobertas e impactos ainda maiores.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). Recomendações para o avanço da inteligência artificial no Brasil. GT-IA/coordenador: Virgílio Augusto Fernandes Almeida. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2023.

ACIOLE, D. S. B. et al. Ações com mapas conceituais em prol da aprendizagem e da comunicação sobre diversidade biológica. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. 1-14, 2022a.

ACIOLE, D. S. B. et al. Caminhos trilhados para aprender, refletir e divulgar sobre a biodiversidade por meio de mapas conceituais. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 16, n. 12, p. 30922-30939, 2023.

ACIOLE, D. S. B. et al. Concept map for Cycliophora: the celebration of knowledge to disseminate about biodiversity. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 1, p. 1378-1390, 2024.

ACIOLE, D. S. B. et al. Enfoques aos mapas conceituais e ao esqueleto de mapa na aprendizagem sobre biodiversidade. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 116880-116894, 2021a.

ACIOLE, D. S. B. et al. Exploring concept maps to understand morphological and taxonomical aspects in Entoprocta. In: SILVA, A. J. N. (Org.). *Educação: atualidade e capacidade de transformação do conhecimento gerado*. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 249-262.

ACIOLE, D. S. B. et al. Mapa conceitual na caracterização da diversidade animal: descrevendo sobre Entoprocta (Kamptozoa). In: *Anais do IV Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (CONAPESC)*. Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2019a.

ACIOLE, D. S. B. et al. Mapa conceitual sobre o táxon Cycliophora: evidenciando aspectos da construção do conhecimento. In: *Anais do I Congresso Internacional de Sociedade e Meio Ambiente (CONIMAS)*. Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2019b.

ACIOLE, D. S. B. et al. Viabilizando a elaboração de mapas conceituais no ensino sobre a diversidade animal. In: LIMA, J. R.; OLIVEIRA, M. C. A.; CARDOSO, N. (Org.). *Itinerários de resistência: pluralidade e laicidade no Ensino de Ciências e Biologia*. Campina Grande, PB: Realize Editora, 2021b, p. 1808-1818.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. From representing to modelling knowledge: Proposing a two-step training for excellence in concept mapping. *Knowledge Management & E-Learning*, v. 9, n. 3, p. 366, 2017.

ÅHLBERG, M. Practical methods and techniques of knowledge representation in particular those related to concept mapping and mind mapping. History, theoretical background, software, and comparison table. In: *Instructional Technology Forum, ITForum, The University of Georgia*, v. 10, p. 10-17, 2008.

ÅHLBERG, M. Concept mapping as an empowering method to promote learning, thinking, teaching and research. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, v. 4, n. 1, p. 26-35, 2013.

ÅHLBERG, M. Varieties of concept mapping. In: *Concept maps: theory, methodology, technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, Spain, 2004.

ALCOFORADO, M. M. S. et al. Mapa conceitual: uma ferramenta didática para estudo do grupo Gordioidea (Nematomorpha). In: LIMA, J. R.; OLIVEIRA, M. C. A.; CARDOSO, N. (Org.). *Itinerários de resistência: pluralidade e laicidade no ensino de Ciências e Biologia*. Campina Grande: Realize Editora, 2021, p. 1519-1529.

ALI, R. et al. Is biodiversity disclosure emerging as a key topic on the agenda of institutional investors? *Business Strategy and the Environment*, v. 33, n. 3, p. 2116–2142. 2024.

AMORIM, D. S. Fundamentos de sistemática filogenética. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

ARAÚJO, C. A. C.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Trajetória didática no estudo da diversidade animal em aulas remotas: ensaiando o uso de portfólio para autoavaliação. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 9474-9483, 2021.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. A biodiversidade explicitada em mapas conceituais e interfaces com a educação ambiental. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 10, p. 1-19, 2023.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Elaboração e aprimoramento de mapas conceituais sobre táxons zoológicos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 10, p.83651-83672, 2020.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Ensino de zoologia em foco: revendo, refletindo e relatando sobre trajetórias percorridas. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 7, p. 52179-52200, 2022.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Inovações didáticas no ensino de zoologia: enfoques sobre a elaboração e comunicação de relatos de experiências como atividades de aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 6, p. 6699-6718, 2019a.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Invertebrados negligenciados: implicações sobre a compreensão da diversidade e filogenia dos Metazoa. In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. (Org.). *Ensino de zoologia: ensaios metadisciplinares*. 3.ed. João Pessoa: EdUFPB, 2011. p.135-156.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Práticas em atividades conceituais e dinâmicas no ensino de Zoologia. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. et al. Termos filogenéticos contidos em publicações de cunho pedagógico e mapeamento dos conceitos relacionados. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 7, p. 9524-9545, 2019b.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Concept maps to promote learning in zoology. In: CAÑAS, A. J. et al. (Eds.). *Proceedings of the eighth International Conference on Concept Mapping*. Medellín, Colombia, p. 318-322, 2018.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Planejamento e construção de mapas conceituais em zoologia: evidenciando a descrição taxonômica e a divulgação sobre biodiversidade. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 15500-15519, 2021.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Terminologias abordadas em sistemática filogenética e mapeamento de conceitos explorados em publicações direcionadas ao ensino-aprendizagem. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande/PB, 2017.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; SANTOS, R. L. Visibilidade ao empoderamento fomentado pelo uso de mapas conceituais no estudo de conceitos biológicos abstratos. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 5, p. e13313545869, 2024.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, v. 34, p. 53-66, 2020.

ATWOLI, L. et al. Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity, and protect health: wealthy nations must do much more, much faster. *The Lancet*, v. 398, n. 10304, p. 939-941, 2021.

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, A. G. B. et al. Metodologias ativas na educação: estratégias para o engajamento e aprendizagem significativa. *ARACÊ*, v. 7, n. 6, p. 31214-31226, 2025.

BARDIN, L. *Análise do conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARTASSON, L. A.; SAITO, C. H. A compreensão de conceitos ecológicos na educação básica: avaliação por mapas conceituais. *Comunicações*, v. 22, n. esp, p. 165-190, 2015.

BEZERRA, J. P. S.; SANTOS, R. L.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Concept maps on the Acanthocephala: expanding possibilities for learning and divulging knowledge about animal diversity. In: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (Orgs.). *Tópicos integrados de zoologia*. Ponta Grossa: Atena, 2019. p. 77-87.

BRASIL. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. 1998a. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm

BRASIL. Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. 2002. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm.

BRASIL. Instrução Normativa nº 03, de 01 de setembro de 2014. Fixa normas para a utilização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio [...]. Diário Oficial da União. Brasília, 02 set. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/legislacao/instrucoes-normativas>

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente [...]. Diário Oficial da União. Brasília, 13 fev. 1998b. Disponível em: Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm

BRASIL. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais [...]. Diário Oficial da União. Brasília, 9 out. 2008. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. Invertebrados, 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

CAÑAS, A. J. et al. CmapTools: A knowledge modeling and sharing environment. In: Cañas, J. D. NOVAK, J. D. & GONZALEZ, F. M. (Eds.). Concept Maps: theory, methodology, technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping. Universidad Publica de Navarra, 2004, p. 125-33.

CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. Facilitating the adoption of concept mapping using CmapTools to enhance meaningful learning, Knowledge Cartography, Software Tools and Mapping Techniques, 1-26, 2008.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; REISKA, P. How good is my concept map? Am I a good Cmapper? Knowledge Management & E-Learning (KM&EL), v. 7, n. 1, p. 6-19, 2015.

CARDOSO, P. et al. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. Biological Conservation, v. 242, n. 108426, 2020.

COELHO, É. A. et al. Construindo aprendizagem ativa com mapas conceituais: percepções e utilização. Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância, v. 12, n. 21, p. 91-112, 2020.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Mapas conceituais no ensino de ciências: estagnação ou crescimento? Investigações em Ensino de Ciências, v. 27, n. 3, p. 198-218, 2022.

CORREIA, P. R. M.; BALLEGO, R. S.; NASCIMENTO, T. S. Os professores podem fazer mapas conceituais? Sim, eles devem! Revista de Graduação USP, v. 4, n. 1, p. 29-39, 2020.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, K. S.; AGUIAR, J. G. mapas conceituais no ensino de ciências e matemática: onde estamos e para onde vamos. Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online), v. 9, n. 4, p. i-v, 2019.

CORREIA, P. R. M. et al. Por que vale a pena usar mapas conceituais no ensino superior? Revista Graduação USP, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2016.

CUNHA, G. M. et al. A técnica de mapeamento conceitual no estudo de animais enigmáticos: caracterizando o táxon Micrognathozoa. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 12, p. 79469–79483, 2022.

CUNHA, G. M. et al. Análise de mapas conceituais sobre táxons animais pouco conhecidos: Cyclophora, Kinorhyncha e comunicação sobre biodiversidade. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 13113-13125, 2021.

CUNHA, M. I. S., O portfólio como metodologia ativa no processo de aprendizagem sobre a diversidade animal. *Revista Acadêmica Online*, v. 11, n. 59, p. e1642, 2025.

DANTAS, K. R. et al. Refletindo sobre o uso dos mapas conceituais com CmapTools na formação continuada de professores da educação básica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 11, p. 1-13, 2021.

DI DOMENICO, M. et al. Como metazoários pequenos fornecem pistas para perguntas de larga escala. *Boletim da Sociedade Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 37, n. 114, p. 3-5. 2015.

DIAS-DA-SILVA, C. D. et al. Motivações de estudantes para aprendizagem em zoologia por meio de mapas conceituais. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 20, p. 2675-26734, 2019b.

DIAS-DA-SILVA, C. D. Potencialidades dos mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem de zoologia. (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018a.

DIAS-DA-SILVA, C. D. Tecendo aproximações entre a Ecologia e a Educação Ambiental: um caminho possível no ensino de ciências. *Unisanta BioScience*, v. 7, n. 3, p. 264-273, 2018b.

DIAS-DA-SILVA, C. D. et al. Mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem sobre grupos de metazoários invertebrados. In: OLIVEIRA JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (Orgs.). *Tópicos integrados de Zoologia*. Ponta Grossa: Atena, 2019a, p. 77-87.

DIAS-DA-SILVA, C. D. et al. Mapas conceituais no ensino de ciências: uma análise das publicações dos encontros nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC'S (1997-2015). In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

DIAS-DA-SILVA, C. D.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Sugestões didáticas para exploração de mapas conceituais na formação pedagógica: evidenciando conteúdos biológicos. *Produtos educacionais do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

DIAS-DA-SILVA, C. D.; SANTOS, R. L. ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E.; Mapas conceituais no ensino de zoologia: evidência ao táxon Platyhelminthes. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

DUTRA, M. A.; FERREIRA, E. M. B.; THERRIEN, J. A escrita como ato reflexivo: o ensaio como dispositivo pedagógico na formação docente. *Cadernos de Pesquisa*, São Luis, v. 26, n. 2, p. 9-28, 2019.

EISENHAUER, N. et al. Ecosystem consequences of invertebrate decline. *Current Biology*, v. 33, n. 20, p. 4538-4547. e5, 2023.

ENDRES JÚNIOR, D. et al. Mapa conceitual para análise interrelacional e planejamento estratégico de ações de conservação das orquídeas. In: DROSTE, A. et al. (Orgs). *Ambiente: percepções*. p. 115-146. São Leopoldo; Casa Leiria. 2024.

ESHUIS, E. H. et al. Expert examples and prompted reflection in learning with self-generated concept maps. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 38, n. 2, p. 350-365, 2022.

FERREIRA, M. et al. Inteligência artificial na Educação Superior-avanços e dilemas na produção acadêmica. *EmRede-Revista de Educação a Distância*, v. 11, 2024.

FILGUEIRA, A. A. et al. Mapeando conceitos sobre o grupo Priapulida como elemento de pesquisa e produção didática. In: *Anais do I Congresso Internacional de Sociedade e Meio Ambiente (CONIMAS)* Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2019.

FILGUEIRA, A. A. et al. Mapeamento de informações taxonômicas e filogenéticas sobre Collembola. *Nature and Conservation*, v. 14, n. 4, p. 1-8, 2021a.

FILGUEIRA, A. A. et al. Mapping concepts about the taxon Priapulida for research and didactic production in zoology. In: OLIVEIRA-JÚNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (Orgs.). *Zoologia e meio ambiente*. Ponta Grossa: Atena, 2021b, p. 119-132.

GIRIBET, G; EDGECOMBE, G. D. *The invertebrate tree of life*. Princeton: Princeton University Press, 2020.

KEESING, F.; OSTFELD, R.S. Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* v.118, n.17, e2023540118, 2021.

KHALIFA, M.; ALBADAWY, M. Using artificial intelligence in academic writing and research: An essential productivity tool. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*, v. 5, p. 100145, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2024.100145>

KINCHIN, I. M. Concept mapping as a learning tool in higher education: a critical analysis of recent reviews. *The Journal of Continuing Higher Education*. v. 62, n. 1, p. 39-49, 2014.

KINCHIN, I. M. If concept mapping is so helpful to learning biology, why aren't we all doing it? *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 12, p. 1257-1269, 2001.

KINCHIN, I. M.; MÖLLITS, A.; REISKA, P. Uncovering types of knowledge in concept maps. *Education sciences*, v. 9, n. 2, p. 131, 2019.

KUMAR, S.; MANE, K. H. A brief literature review of concept mapping for reflective practices. *British Journal of Education*, v. 10, n. 4, p. 43-57, 2022.

LAWLER, O. K. et al. The COVID-19 pandemic is intricately linked to biodiversity loss and ecosystem health. *The Lancet Planetary Health*, v.5, n.11, e840-e850, 2021.

LHOUMEAUX, S.; PINELLO, J.; BORGES, P. A. V. Artificial intelligence for biodiversity: Exploring the potential of recurrent neural networks in forecasting arthropod dynamics based on time series. *Ecological Indicators*, v. 171, p.113119. 2025.

LIMA, J. L. F. et al. Gnathostomulida em mapas conceituais para aprendizagem e comunicação sobre a biodiversidade, *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 4, p. 28056-28071, 2022.

LIMA, R. M. P. et al. Mapeamento de conceitos e adicionais lúdicos no estudo taxonômico em Loricifera. In: I Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido, Editora Realize: Campina Grande/PB, 2018. v. 1. p. 1-7.

MARÍN, Y. A. O. O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 12, No. 2, p. 173-185, 2017.

MELLO, B. L. et al. Mapas conceituais como metodologia ativa de ensino: Uma estratégia de inovação pedagógica. *Revista Semiárido De Visu*, v. 11, n. 3, p. 699-718, 2023.

MELO, G. S. M. A perspectiva da biodiversidade no ensino de zoologia e interfaces com a legislação ambiental. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

MONTEIRO, N. P. P.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. A consideração sobre a elaboração de mapas Conceituais. In: III Congresso Nacional de Educação, Editora Realize/Campina Grande, III CONEDU, 2016a.

MONTEIRO, N. P. P.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. O Tema ambiental veiculado por meio de mapas conceituais: Ressaltando uma estratégia de ensino. In: G. SEABRA (Org.). *Terra: Paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver Ituiutaba*: Barlavento, 2016b, p. 1523-153.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 4, p. 474-479, 2010.

MOREIRA, A. M. Why concepts, why meaningful learning, why collaborative activities and why concept maps? *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2011.

NOVAK, J. D. A search to create a science of education: the life of an Ivy League professor, business consultant, and research scientist. Pensacola: IHMC, 2018. Disponível em: <https://www.ihmc.us/files/JNovak-ASearchToCreateAScienceOfEducation.pdf>

NOVAK, J. D. A theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2011.

NOVAK, J. D. Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 27, n. 10, p. 937-949, 1990.

NOVAK, J. D. Empowering learners and educators. *Journal for Educators, Teachers and Trainers - JETT*, v. 4, n. 1, p. 14-24, 2013.

NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners, *Science Education*, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, 2010a, p. v. 5, n. 1, p. 9-29.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. Building on new constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education. In: *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping. 2004. p. 469-476.

NOVAK, J. D.; CAÑAS A. J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information visualization*, v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The universality and ubiquitousness of concept maps. *Concept maps: Making learning meaningful*, v. 1, p. 1-13, 2010b.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. Theoretical origins of concept maps, how to construct them, and uses in education. *Reflecting education*, v. 3, n. 1, p. 29-42, 2007.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Learning how to learn. New York: Cambridge University Press, 1984.

NOVAK, J. D.; MUSONDA, D. A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, v. 28, n. 1, p. 117-153, 1991.

OLIVEIRA, L. L.; AGUIAR, V. E. C., ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Jogo lúdico e mapa conceitual para apreensão de conteúdos sobre o táxon Kinorhyncha. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em:
<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem. Nova York: ONU, 2017.

PAIVA, A. C. F. et al. Mapa conceitual e atividade lúdica no processo de ensino sobre o táxon Nematomorpha. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

PAIVA, R. R. N. et al. Mapa conceitual como ênfase para caracterização sobre o táxon Onychophora. In: Anais do I Congresso Internacional de Sociedade e Meio Ambiente (CONIMAS). Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2019.

PINHO, I.; COSTA, A. P.; PINHO, C. Generative AI governance model in educational research. In: Frontiers in Education. Frontiers, v. 10, p. 1594343, 2025

QUEIROZ, I. R. et al. Mapas conceituais para promoção da aprendizagem significativa: uma experiência no âmbito do ensino superior. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 16, n. 8, p. 12069-12082, 2023.

RAMOS, R. P.; BAGIO, V. A. Mapas conceituais no ensino de ciências: uma estratégia potencialmente significativa para o processo didático. Revista Exitus, v. 10, 2020.

RIBEIRO, G. C. et al. Inteligência artificial na educação: potencialidades e limites para o século XXI. ARACÊ, v. 6, n. 4, p. 13867-13883, 2024.

SAITO, C. H. Alfabetização científica e modelagem integrativa das políticas associadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Brasília: Enap, 2021.

SAMPAIO, R. C.; SABBATINI, M.; LIMONGI, R. Diretrizes para o uso ético e responsável da inteligência artificial generativa: um guia prático para pesquisadores. Boletim Técnico do PPEC, v. 10, p. e025003, 2025.

SANTOS, R. L. et al. A coleção didática zoológica do departamento de botânica e zoologia da UFRN: 30 anos sensibilizando para a conservação da biodiversidade. Brazilian Journal of Development, v. 10, n. 12, p. e75983-e75983, 2024.

SANTOS, R. L; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Mapeamento conceitual como ferramenta para compreensão de terminologias abordadas em sistemática filogenética. In: Anais do V Congresso Nacional de Educação, Recife/PE, 2018.

SEABRA, G. (Org.). Terra: paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver Ituiutaba: Barlavento, 2016, p. 1523-1534.

SILVA, G. N. O.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Mapeamento conceitual e abordagem lúdica no aprendizado do táxon Gastrotricha. In: Anais do IV Congresso Nacional de Educação, Campina Grande, Brasil: Realize Eventos e Editora, 2017.

SILVA, G. S. et al. Educação ambiental para crianças seguindo a Agenda 2030: mobilizando sobre a biodiversidade dos oceanos. Research, Society and Development, v. 12, n. 8, p. 1-15, 2023.

SOARES, M.; CORREIA, P. R. M. Avaliação diagnóstica usando mapa conceitual com erros: uma experiência no ensino superior. Experiências em Ensino de Ciências, v. 18, n. 2, p. 42-59, 2023.

SOUZA, M. F.; ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. Reflexões sobre os mapas conceituais aplicados ao ensino de parasitologia. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 5, p. 3953-3964, 2019.

SOUZA, M. F. et al. Organização de portfólio para aprendizagem em zoologia: evidenciando um diário reflexivo. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 3, p. 12100-12116, 2023.

TOLLEFSON, J. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely? *Nature*, n. 584, p. 175-176, 2020.

VAN GENUCHTEN, E. How biodiversity impacts our health. In: VAN GENUCHTEN, E. *A guide to a healthier planet*. Cham (Switzerland): Springer Nature, p. 107-111. 2023.

VIANA, S. R. S., Biodiversidade e educação ambiental: Ampliando conexões com mapas conceituais. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 11, p. 30457-30477, 2023.

VIEIRA, M. T. M. et al. Sistematização de um mapa conceitual sobre Chaetonotida (Gastrotricha) como fomento ao estudo da biodiversidade. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 7, p. 22451-22469, 2023.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Eds.). *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

WU, T. The socioeconomic and environmental drivers of the COVID-19 pandemic: a review. *Ambio*, v. 50, n. 4, p. 822-833, 2021.

XAVIER, T. J. S. et al. Caracterizando o grupo Tardigrada por meio de mapa conceitual: reflexões sobre a investigação efetivada. In: *Anais do IV Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (CONAPESC)*. Campina Grande, Brasil: Realize Editora, 2019.

XAVIER, T. J. S. et al. Report on a learning experience regarding mapping of descriptive concepts about Tardigrada. In: MENDES, L. N. (Org.). *Proficiência no conhecimento zoológico*. Ponta Grossa: Atena, 2020, p. 115-127.