





ANÁLISE DE PROJETOS DE CIÊNCIA CIDADÃ REFERENTES A TEMÁTICAS DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

ANALYSIS OF CITIZEN SCIENCE PROJECTS REGARDING BIOLOGICAL EVOLUTION TOPICS

ANÁLISIS DE PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA SOBRE TEMAS DE EVOLUCIÓN BIOLÓGICA

Gabriela Canteiro Figliano*  

Mariana Aparecida B. S. de Andrade**  

RESUMO

O conceito de Ciência Cidadã está relacionado com a participação pública de não profissionais e cientistas na coleta e análise de dados, colaborando no desenvolvimento dos conhecimentos científicos. No contexto do Ensino de Ciências em Evolução, a Ciência Cidadã pode ser utilizada para contribuir com a Alfabetização Científica através de projetos que abordem a temática evolutiva em sala de aula. Assim, a presente pesquisa buscou analisar projetos de Ciência Cidadã com temáticas evolutivas disponíveis na internet, e sua relação com a aprendizagem, além de analisar os níveis de participação dos cidadãos nos projetos de Ciência Cidadã e os potenciais objetivos de aprendizagem de evolução nos projetos. Os resultados foram organizados e discutidos sob a perspectiva da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), construindo Unidades de Contexto para o percurso metodológico e análise dos resultados. Identificamos que poucos foram os projetos que trabalhavam exclusivamente a temática evolutiva, e que não houve nenhum projeto que tivesse alcançado os níveis máximos de participação e objetivos de aprendizagem. Sendo assim, é necessário que os projetos de Ciência Cidadã em Evolução sejam melhor planejados para que alcancem um maior nível de Alfabetização Científica em Evolução.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Ciência cidadã. Evolução

ABSTRACT

The concept of Citizen Science is related to the public participation of non-professionals and scientists in the collection and analysis of data, collaborating in the development of scientific knowledge. In the context of Science Education in Evolution, Citizen Science can be used to contribute to Scientific Literacy through projects that work on evolutionary themes in the classroom. Thus, this research sought to analyze Citizen Science projects with evolutionary themes available on the internet, and their relationship with learning, in addition to analyzing the levels of citizen participation in Citizen Science projects and the potential learning objectives of evolution in the projects. The results were organized and discussed from the perspective of Content Analysis proposed by Bardin (2016), constructing

* Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Membro do grupo de pesquisa em Ensino e Epistemologia da Ciência (GPEEC-UEL), Londrina, Paraná, Brasil. Endereço para correspondência: Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, Km 380 – Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brasil, CEP: 86057-970. E-mail: gabriela.figliano@uel.br.

** Doutora em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Bauru). Docente da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática PECM-UEL, Londrina, Paraná, Brasil. Rodovia Celso Garcia CID, PR 445, Km 380, Campus Universitário, Londrina-PR, CEP86057-970. E-mail: marianaandrade@uel.br

Context Units for the methodological path and analysis of the results. We identified that few projects worked exclusively on evolutionary themes, and that there was no project that reached the maximum levels of participation and learning objectives. Therefore, it is necessary that Citizen Science in Evolution projects are better planned so that they reach a higher level of Scientific Literacy in Evolution

Keywords: Citizen Science. Evolution. Science teaching.

RESUMEN

El concepto de Ciencia Ciudadana está relacionado con la participación pública de no profesionales y científicos en la recolección y análisis de datos, colaborando en el desarrollo del conocimiento científico. En el contexto de la Enseñanza de las Ciencias Evolutivas, la Ciencia Ciudadana se puede utilizar para contribuir a la Alfabetización Científica a través de proyectos que trabajen temas evolutivos en el aula. Así, la presente investigación buscó analizar proyectos de Ciencia Ciudadana con temática evolutiva disponibles en internet, y su relación con el aprendizaje, además de analizar los niveles de participación ciudadana en proyectos de Ciencia Ciudadana y los potenciales objetivos de aprendizaje de evolución en los proyectos. Los resultados fueron organizados y discutidos desde la perspectiva del Análisis de Contenido propuesto por Bardin (2016), construyendo Unidades de Contexto para el recorrido metodológico y análisis de resultados. Identificamos que hubo pocos proyectos que trabajaron exclusivamente temas evolutivos, y que no hubo ningún proyecto que lograra los máximos niveles de participación y objetivos de aprendizaje. Por tanto, es necesario que los proyectos de Ciencia Ciudadana en Evolución estén mejor planificados para que alcancen un mayor nivel de Alfabetización Científica en Evolución.

Palabras clave: Alfabetización científica. Ciencia ciudadana. Evolución.

1 INTRODUÇÃO

A produção colaborativa de conhecimento configura-se como diferentes práticas historicamente comuns na ciência. Atualmente, grande parte dessas práticas é denominada Ciência Cidadã (CC), traduzidas como “experiências de colaboração” entre cientistas e não cientistas na produção de conhecimento científico (Parra, 2015). Essas práticas, inicialmente apresentadas por Irwin (1995) Bonney (1996) estão sendo cada vez mais adequadas para a Educação Básica (Martins, Cabral, 2021). A CC pode ser utilizada para envolver a comunidade escolar em problemas de pesquisas reais que ocorrem na sociedade e, de acordo com Tauginiene *et al.* (2020), é uma alternativa para promover a alfabetização científica no ambiente escolar, auxiliando na formação de cidadãos críticos e conscientes quanto às problemáticas da ciência, assim como indicado por Chassot (2003).

No contexto educacional, as propostas de CC que vêm sendo desenvolvidas envolvem, majoritariamente, as temáticas ambientais, entretanto, essa abordagem é considerada significativa para outros conteúdos e temáticas científicas (Brandt *et al.*, 2022). Os referidos autores salientam, também, que existem ainda poucas iniciativas voltadas às temáticas e

conteúdos de evolução e, pelo fato de as poucas existentes serem produzidas por pesquisadores sem articulação com professores da educação básica, indicam a necessidade de mais estudos.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo buscar as iniciativas de CC com temáticas de evolução indicadas por Brandt *et al.* (2022) e disponíveis em sites da internet. Como objetivos de pesquisa, buscamos analisar propostas de CC com temáticas de evolução biológica. Os objetivos específicos são: analisar os níveis de participação dos cidadãos nos projetos de CC, e identificar potenciais objetivos de aprendizagem de evolução nos projetos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

A escola, como um ambiente formal de educação, normalmente possui uma organização que induz ao ensino conteudista e transmissivo. Segundo Chassot (2003), esse modelo transmissivo coloca o estudante como um depósito de conhecimentos acumulados que serão esquecidos, após algum tempo. Atualmente, devemos pensar em um currículo que inclua componentes que se orientem em aspectos pessoais e sociais dos estudantes, por isso, a Alfabetização Científica (AC) pode ser considerada uma potencializadora de alternativas que levam a um ensino comprometido, rompendo o modelo tradicional que normalmente é implementado nas escolas (Chassot, 2003).

Ainda seguindo o pensamento de que o currículo escolar deve se nortear pela AC, devemos pensar quais abordagens utilizar para o exercício da cidadania, uma vez que a AC se faz necessária para a formação de indivíduos críticos e investigativos (Souza *et al.*, 2018). Para Hurd (1998), uma pessoa cientificamente instruída não aprende os saberes científicos de forma direta, mas, sim, dentro de um currículo escolar planejado para que os estudantes aprendam a solucionar problemas, realizar investigações, desenvolver projetos em laboratório, e que possuam experiências em campo. Dessa forma, o estudante é preparado para o exercício de sua cidadania, alcançando a AC. É importante que especialistas sejam capazes de desmistificar o conhecimento científico, para que o público leigo tenha acesso e saiba como participar publicamente da Ciência (Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

De acordo com Tauginiene *et al.* (2020), uma das alternativas para promover a AC no ambiente escolar é a utilização de atividades de Ciência Cidadã. Através dessa abordagem educacional, é possível envolver os estudantes em práticas de investigação científica, já que a CC tem uma grande capacidade de integrar as ciências naturais e fazer com que cidadãos tenham participação em pesquisas científicas.

A CC descreve o envolvimento de cidadãos não profissionais que atuam na investigação científica, colaborando com cientistas profissionais. Nessa abordagem, os cidadãos atuam como voluntários que se dispõem a auxiliar na pesquisa científica por meio de sua participação, como por exemplo ajudando na coleta de dados, permitindo seu envolvimento na ciência, sem que seja necessário atuar como um profissional científico (Shah, 2016).

O grau de participação pode variar de acordo com as atividades propostas, dependendo dos objetivos de cada projeto, sua formulação, metodologias e procedimentos. Shirk *et. al* (2012) fizeram uma categorização de como a participação pública em projetos científicos pode ocorrer (Tabela 1).

Tabela 1 - Nível de participação de cidadãos em projetos científicos.

Forma de participação	Atitudes dos membros
Contrato	Os cidadãos solicitam a investigadores profissionais que conduzam uma investigação científica específica e relatem os resultados.
Contribuição	Os cientistas cidadãos contribuem principalmente com a coleta de dados.
Colaboração	Os cientistas cidadãos também analisam os dados coletados, e ajudam a refinar a concepção do projeto, analisar dados e/ou divulgar resultados.
Cocriação	Os cientistas cidadãos interferem nas perguntas de pesquisa inserindo seus interesses.
Colegas	Os cientistas cidadãos conduzem pesquisas de forma independente, com vários graus de reconhecimento esperado pelas instituições científicas e/ou profissionais.

Fonte: Shirk *et al.* (2012). Adaptado e traduzido pelas autoras

Segundo Atias *et al.* (2022), a utilização da CC no âmbito escolar produz impactos, como por exemplo o aumento da motivação e autoeficácia pelas ciências e melhoria do conhecimento científico. Certamente são benefícios em potencial que podem contribuir com a alfabetização científica, desde que sejam de fato alcançados com a realização das atividades. No entanto, a implementação de CC na escola também enfrenta obstáculos.

Um dos obstáculos é a adesão dos estudantes ao projeto proposto. De acordo com Shah *et al.* (2016), é importante atentar sobre o volume de trabalho exigido nas participações escolares, uma vez que o excesso de atividades propostas pode ser um motivo para a falta de interesse dos estudantes, gerando desmotivação. Outro desafio relevante na implementação de CC no ambiente escolar é alinhar os projetos de CC com o currículo escolar. De acordo com Atias *et al.* (2022), pode ser difícil ter resultados que cumpram com os rigores dos padrões científicos, ao mesmo tempo que se adequem à agenda escolar da escola ou ao currículo nacional.

Uma das formas de contornar esses desafios e alcançar os objetivos educacionais e científicos é levar a CC para a sala de aula através de protocolos experimentais. Os protocolos podem ser definidos como roteiros de ação que envolvem os cidadãos nas atividades científicas (Oliveira; Lopes, 2023) e podem ser introduzidos na sala de aula a partir de atividades investigativas, atividades práticas contextualizadas e discussões em sala de aula, por exemplo.

A elaboração de um protocolo de CC para as escolas vem sendo desenvolvida por pesquisadores de diferentes áreas e nem sempre a proposta se adequa ao currículo escolar. Apesar dos benefícios em utilizar protocolos experimentais, devemos pensar em como os pesquisadores de diferentes áreas devem construir os protocolos de forma que atendam às necessidades desejadas. De acordo com Bopardikar *et al.* (2021), a literatura ainda carece de informações sobre os protocolos e sobre como podem ser pensados e desenvolvidos para os diferentes objetivos. Sendo assim, quem desenvolve um protocolo experimental, normalmente recorre à sua própria experiência e precedentes conhecidos em outros protocolos.

Segundo Bopardikar *et al.* (2021), a construção de um protocolo de CC adequado para o contexto escolar depende de alguns fatores que devem ser pensados previamente, como: aprendizagem baseada no contexto; currículos centrados em contextos relevantes para a vida dos alunos, para promover uma compreensão que possua coerência com o conteúdo científico; múltiplas representações curriculares; processos de design educacional; além de objetivos de pesquisa, significado e questão.

Os atributos citados como importantes para a criação de um protocolo servem como uma lente analítica para que os pesquisadores consigam chegar a um bom desenvolvimento de um projeto (Bopardikar *et al.*, 2021). Entretanto, além dos atributos indicados consideramos, neste artigo, que os objetivos de aprendizagem são ponto central na elaboração dos protocolos e, além desses objetivos, os níveis de participação dos alunos na atividade.

No contexto da Educação em Ciências, devemos pensar como esses protocolos estão sendo construídos para auxiliar a educação básica, e qual tendência de temas há disponível para que sejam trabalhados. Albagli e Rocha (2021) apresentam um panorama sobre eixos temáticos nos protocolos de CC, onde há uma prevalência de temáticas ambientais, mais especificamente relacionadas aos temas de ecologia, botânica e zoologia. Apesar de encontrarmos protocolos relacionados a essas temáticas, há uma potencialidade para outras áreas do conhecimento biológico, como por exemplo, a evolução biológica, uma vez que é considerada o eixo integrador do conhecimento biológico.

A evolução biológica é um importante componente das ciências naturais. De acordo com Mayr (2005), a autonomia e cientificidade da Biologia como ciência só pode ser firmada com um bom entendimento sobre as teorias biológicas da evolução, pois elas formam o eixo central para integrar as Ciências Biológicas. A evolução acaba se tornando essencial para compreender aspectos importantes da natureza científica e, por consequência, para o processo mais amplo de alfabetização científica (Santos, 2022).

Identificar as possíveis barreiras no ensino de evolução pode ser crucial para pensar em alternativas que possam se transformar em aprendizagem. Uma das possibilidades é utilizar protocolos de CC que trabalhem a temática evolutiva em sala de aula, sendo esse um caminho para a compreensão da evolução.

Brandt *et al.* (2022) identificaram três problemas principais que podem ser considerados como barreiras no ensino de evolução, sendo: 1) equívocos; 2) conflitos com cultura e valores estabelecidos e 3) problemas com a comunicação. De acordo com os autores, as concepções erradas sobre a evolução constituem um grande fator negativo na adesão da evolução biológica. Os equívocos são frequentes e generalizados, e normalmente ocorrem tanto em grupos de jovens estudantes quanto de professores e público em geral.

De fato, há diversos desafios quando o assunto é ensino de evolução, e considerando que esse ensino deve se alinhar à expectativa da alfabetização científica, devemos pensar em abordagens que possam contornar esses desafios educacionais. Nesse sentido, Brandt *et al.* (2022) destacam a importância de desenvolver projetos de CC voltados à evolução biológica, já que a CC é um caminho potencial para atingir a AC.

Brandt *et al.* (2022) afirmam que a compreensão limitada em evolução pode levar à incapacidade de tomar decisões racionais sobre questões sociais, impactando aspectos como saúde, tecnologia, segurança alimentar, perda de biodiversidade, entre outros. Além disso, os autores consideram necessária a promoção da alfabetização científica em evolução no contexto educacional, uma vez que para o processo de aprendizagem de evolução há, segundo os autores, alguns objetivos a serem alcançados. Tais objetivos estão sintetizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Objetivos de aprendizagem para alcançar a alfabetização científica.

Objetivo de aprendizagem	Significado dos objetivos
Conhecimento de conteúdo	Ser capaz de compreender conceitos-chave dentro da evolução, reconhecer conceitos básicos evolutivos para poder realizar os protocolos de ciência cidadã.
Conhecimento processual	Capacidade de identificar fenômenos e espécies, analisar dados e discutir evidências.
Conhecimento epistêmico	<i>Insights</i> sobre como o conhecimento científico é criado, ter capacidade de compreender e interpretar a natureza científica.
Aplicação de conhecimento	Capacidade de aplicar o conhecimento evolutivo aprendido em protocolos para outras situações, fazendo conexão entre problemáticas atuais que envolvem ciência e seus conhecimentos adquiridos.

Fonte: Brandt *et al.* (2022). Adaptado e traduzido pelas autoras.

Sendo assim, o estudo de Brandt e colaboradores (2022) propõem que, para a alfabetização científica em evolução ser significativa, é necessária a aquisição dos quatro tipos de objetivos de aprendizagem, uma vez que muitos processos evolutivos podem não ser diretamente observados ou submetidos a experimentações, o que pode dificultar sua compreensão.

Brandt *et al.* (2022) realizaram uma busca de projetos de Ciência Cidadã que envolvem a temática de evolução biológica. Essa busca foi feita na plataforma digital *Sci Starter*, onde encontraram 672 projetos de CC com a temática “ecologia e meio ambiente”, e apenas 14 projetos que mencionavam “evolução”. Com o levantamento desses projetos e suas temáticas abordadas, fica visível a densidade de materiais que envolvem outras áreas de conhecimento biológico, e o que de fato vem sendo produzido em ensino de evolução.

Apesar de Brandt *et al.* (2022) definirem objetivos de aprendizagem para alcançar a AC em evolução, o estudo não apresenta uma análise sobre como esses objetivos podem ser alcançados e não os relaciona com a análise dos protocolos de CC em evolução que foram encontrados em seu levantamento bibliográfico. Assim, no próximo item será apresentado o percurso metodológico para a análise desses projetos (protocolos).

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem um caráter qualitativo (Bogdan e Biklen, 1994) e se caracteriza como uma análise documental, pois o material analisado são protocolos de CC com temáticas de evolução disponíveis em plataformas digitais. Adotou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) para o procedimento metodológico. A análise de conteúdo é composta por três etapas: a pré-análise, a exploração de material, e a inferência e interpretação de dados.

Na pré-análise, deu-se a busca pelos documentos. A partir do artigo de Brandt *et. al* (2022), chegamos à plataforma digital *SciStarter* (<https://scistarter.org/>), que configura um banco de dados online de caráter global, onde é possível acompanhar e inserir projetos de CC para participação pública. Aqui foi feita a busca e a análise dos projetos, sendo o primeiro contato com o documento da pesquisa, denominado por Bardin (2016) de leitura flutuante.

Através da barra de pesquisa da plataforma, iniciamos a busca de projetos de CC com a palavra-chave “*evolution*”. Em uma primeira busca foram encontrados 16 projetos, compondo o primeiro grupo da pré-análise. Em seguida, filtramos as buscas na plataforma a partir dos seguintes critérios de inclusão: projetos aplicáveis ao contexto escolar e projetos ativos até o momento das buscas. Como critérios de exclusão foram removidos os projetos que não atendessem a alguma das exigências estabelecidas. Com isso chegamos a um total de 12 projetos, que consistiram do corpus desta pesquisa (Quadro 1):

Quadro 1 – Codificação dos protocolos de CC.

Nome do projeto	Codificação	Link
<i>Mark my bird</i>	P01	https://bou.org.uk/blog-mark-my-bird/
<i>Bugs in our backyard</i>	P02	https://bugsinourbackyard.org/
<i>Pieris project</i>	P03	http://studentsdiscover.org/lesson/pieris-project/
<i>Velvet ant mimicry</i>	P04	https://www.ala.org.au/blogs-news/play-the-mimicry-game-with-australias-velvet-ants/
<i>A search for Alabama's unknown red algal diversity</i>	P05	https://www.quoody.com/red-algal-citizen-science.html
<i>Chimp & See</i>	P06	https://www.zooniverse.org/projects/sassydumbledore/chimp-and-see
<i>Squirremapper</i>	P07	https://squirremapper.org/
<i>Megalab Evolution</i>	P08	https://www.stem.org.uk/resources/collection/4114/evolution-megalab
<i>Nighthjar project</i>	P09	https://scistarter.org/project-nightjar
<i>Tool use in fish</i>	P10	https://fishtooluse.com/
<i>The Rna Lab</i>	P11	https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/about-rna-lab/educator-guide/
<i>Evolution Lab</i>	P12	https://www.pbslearningmedia.org/collection/novalabs/t/evolution-lab/

Fonte: dados da pesquisa.

Além do site apresentado, foi feita uma busca no *Google* e no *Google* acadêmico, visando localizar projetos de CC com a temática evolução, tanto em língua inglesa como em português, mas não foram encontrados. Após o material definido na pré-análise, iniciamos a exploração e organização dos dados. Para isso, foram elaboradas duas unidades de contexto

(UC).

A UC1 - Nível de participação de cidadãos em projetos científicos, e as respectivas unidades de registro foram estabelecidas *a priori*, a partir da adaptação dos níveis de participação propostos por Shirk et. al (2012). De acordo com os autores, o nível de participação popular em trabalhos científicos pode variar de acordo com o tipo de atividade sugerida ao cidadão, aos objetivos educacionais, à sua metodologia, formulações e/ou procedimentos. Na proposta de Shirk et. al (2012), as participações podem ocorrer por meio de contrato, contribuição, colaboração, co-criação e colegas. Para incluir a participação popular a partir dos estudos de Shirk e colaboradores (2012) em nossa análise, consideramos estabelecer apenas 3 unidades de registro, excluindo os itens “contrato” e “colegas” pois, para o nosso estudo, essas participações não são alcançadas dentro do contexto de CC escolar. Assim, as unidades de registro para esta UC são: 1.1 Contribuição; 1.2 Colaboração; e 1.3 Co-Criação. Como um projeto pode apresentar mais de um tipo de participação, a classificação dos projetos foi feita considerando o nível máximo de participação que o projeto possibilitava que os alunos atingissem.

A UC2 - Objetivos de aprendizagem foi estabelecida *a priori*, utilizando como referencial os objetivos de aprendizagem propostos por Brandt et al. (2022). Nesta UC os projetos foram analisados buscando identificar os objetivos de aprendizagem em AC em evolução. Neste trabalho, os autores definem objetivos de aprendizagem que podem ser alcançados com o uso da CC em evolução. Sendo assim, nossa proposta para este trabalho surge desse primeiro contato com o referencial, onde buscamos uma relação entre os objetivos de aprendizagem propostos por Brandt et. al (2022) e a utilização de protocolos de CC em evolução para alcançá-los. Assim, as unidades de registro desta UC são: 2.1 conhecimento de conteúdo; 2.2 conhecimento processual; 2.3 conhecimento epistêmico; e 2.4 aplicação de conhecimento.

Dada a construção das unidades de contexto e a codificação dos protocolos, elaboramos a terceira etapa da análise, resultando nos dados que serão apresentados e discutidos no próximo item.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Os dados apresentados neste item seguem a organização apresentada na metodologia da pesquisa. Assim, as duas unidades de contexto estabelecidas possibilitam evidenciar aspectos

dos níveis de participação e objetivos de aprendizagem das propostas de CC com temáticas evolutivas.

Unidade de Contexto 1 – Níveis de Participação

A análise dos níveis de participação dos estudantes nos protocolos é uma etapa essencial da pesquisa, pois é a partir dela que podemos visualizar qual a interação dos cidadãos não cientistas com a pesquisa acadêmica, e se os projetos de CC estão alcançando diferentes níveis de participação popular junto a pesquisas científicas.

A UR 1.1 indica projetos em que o nível de participação dos alunos limita-se, principalmente, à coleta de dados. Nessa UR foram registrados nove projetos. A UR 1.2 indica projetos nos quais a participação dos alunos agrega a coleta de dados, participação na análise ou divulgação de resultados. Nessa UR foram registrados três projetos. A UR 1.3 indica projetos em que os alunos participam desde a elaboração de perguntas de pesquisa. Não foram registrados projetos nesta unidade.

A U.R 1.1 demonstra a participação dos cientistas cidadãos por meio da coleta de dados. A coleta de dados é uma etapa fundamental no contexto da pesquisa científica, e utilizar a CC como uma ferramenta é uma estratégia válida. Considerando o desenvolvimento de um trabalho acadêmico, coletar amostras e dados de diferentes locais e em uma grande quantidade parece ser o cenário ideal para construção dos dados de uma pesquisa. Porém, devemos analisar o que a coleta de dados representa dentro da CC, e como isso reflete a participação pública. Esse ponto já foi apresentado no trabalho de Pacheco *et al.* (2023), no qual fica evidente a participação pública na coleta de dados, sendo um modelo de caráter técnico e que pouco contribui para AC dos estudantes.

O protocolo P03 (*Pieris Project*) é um exemplo do modelo de participação de contribuição. O projeto tem como temática central a compreensão da adaptação de borboletas-da-couve (*Pieris rapae*) às mudanças ambientais, e a pesquisa conta com um levantamento de dados da ocorrência do inseto em diversos locais, sendo um projeto de caráter mundial. A participação dos cidadãos, durante a realização do protocolo, consiste em identificar a borboleta-da-couve e registrar sua ocorrência. Há duas possibilidades de participação. Na primeira, o cidadão ao identificar a espécie deve realizar a captura do inseto, guardá-lo em um envelope, registrar o máximo de informações possíveis como: data, local e horário, e armazenar o envelope em um congelador. Após a captura e congelamento, o cidadão deve enviar o envelope para o laboratório responsável pela pesquisa. Já a segunda forma de participação é destinada àqueles que não puderam cumprir o envio do material biológico ao laboratório. Por

meio de um registro fotográfico, o cidadão realiza uma captura de imagem, identifica a fotografia com data, local e horário, e envia o registro para o site *iNaturalist!* (<https://www.inaturalist.org/>).

Ambas as formas de participação estão detalhadas no site do projeto. Além da proposta de atividade, há uma guia de materiais complementares para a sala de aula, constituído de apostilas e sugestões de atividades que envolvem informações e exercícios sobre algumas temáticas da disciplina de evolução, como por exemplo a construção de um cladograma. Vale ressaltar que este material complementar não é obrigatório para a realização do protocolo, e exige uma certa orientação por parte do professor, caso seja utilizado no contexto escolar. Neste protocolo, fica evidente que o sujeito participante apenas se envolve na etapa de coleta de materiais, caracterizando uma participação em nível de contribuição.

Para cidadãos não cientistas, este tipo de participação pode fazer com que ele se sinta pertencente à pesquisa. Porém, os desdobramentos dessa coleta de dados ficam a cargo exclusivo do pesquisador, tendo continuidade na instituição, nem sempre garantindo que a pesquisa seja apresentada ou mesmo construída pelos cidadãos não cientistas envolvidos, limitando a participação pública a uma das etapas do processo de construção de pesquisa. Sendo assim, esses protocolos não possuem um impacto significativo na participação da população.

Os projetos P6, P7 e P11 possibilitam uma máxima interação na UR.1.2, representando a colaboração. Nessa unidade de registro, a participação ocorre por meio da análise de dados já coletados, podendo ou não divulgar os resultados. Diferente da contribuição, na colaboração podemos reconhecer que a participação ocorre no refinamento de algumas etapas da pesquisa, pois o cidadão sai de mero auxiliar em uma busca de dados, para um participante responsável por analisar os dados da pesquisa. A contribuição popular neste nível, sugere uma maior articulação entre o cidadão e a ciência, já que a visão de um não profissional se faz importante para colaborar com um determinado resultado futuro (Lima, 2023).

De 12 protocolos analisados neste trabalho, apenas três deles possibilitam a participação por colaboração, mais uma vez reforçando que a participação pública está fora dos ideais imaginários que a Ciência Cidadã é apresentada teoricamente.

O protocolo P06 (*Chimp&See*) apresenta a temática central: “Identificação de chimpanzés africanos e seus comportamentos”, no qual a participação do sujeito ocorre na análise de filmagens do cotidiano de alguns primatas. O projeto conta com um acervo de filmagens registradas em que é possível visualizar ações e comportamentos de grupos de primatas. Durante a participação, o cidadão passa por um breve tutorial para compreender como

registrar os comportamentos dos primatas observados nas gravações, indicando que o participante deve identificar a espécie, classificar o que está presente na filmagem e, principalmente, registrar comportamentos. O projeto possibilita a análise de comportamentos, porém, em momento algum o jogo em si apresenta conhecimentos ou reflexões sobre evolução.

A UR 1.3 refere-se à participação por cocriação, em que os cidadãos participam dos questionamentos e desdobramentos da pesquisa. Das três UR apresentadas, a UR 1.3 é a unidade que configura maior grau de participação dos cidadãos, pois ela inclui a participação pública e seus interesses em uma pesquisa acadêmica, que normalmente não abre espaço para esse tipo de participação. Não houve protocolo deste trabalho que se configurou nesse nível de participação, sugerindo que os projetos de CC pouco são pensados para aproximar de maneira mais abrangente o cidadão e a pesquisa.

Quando analisamos a participação dos cientistas cidadãos em projetos de CC, devemos levar em consideração alguns aspectos, como: a quem este projeto beneficia? Quais interesses são alcançados com os projetos? Por que utilizar a CC nesses projetos? Nem sempre projetos de CC estarão alinhados com as propostas ofertadas e, muitas vezes, irá tender a participações meramente tecnicistas nas quais os cidadãos apenas buscam auxiliar em coletas de dados.

Unidade de Contexto 2 – Objetivos de aprendizagem

Os objetivos de aprendizagem propostos por Brandt *et al.* (2022) são importantes eixos para a análise de objetivos de aprendizagem. A partir da avaliação dos projetos, pudemos identificar quais objetivos de aprendizagem podem ser acionados e, consequentemente, se podem contribuir com uma potencial AC em evolução. Para esta unidade foi elaborado um quadro com os objetivos de aprendizagem de cada projeto.

Quadro 2 – Unidades de contexto 2: Objetivos de Aprendizagem

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM				
PROTOCOLOS	UR 2.1	UR 2.2	UR 2.3	UR 2.4
P01	Conhecer aves; reconhecer o crânio da ave na imagem 3D	Identificar pontos-chave em modelos 3D para as espécies de aves; seguir as orientações para realizar as marcações.	Não ocorre	Não ocorre
P02	Conhecer os insetos; compreender a diversidade	Busca ativa por insetos; relatar as informações encontradas sobre os insetos	Não ocorre	Não ocorre
P03	Conhecer o <i>bauplan</i> dos insetos	Busca ativa por insetos; relatar as informações da coleta; identificar a espécie	Não ocorre	Não ocorre
P04	Reconhecer a formiga-de-	Classificar a similaridade de um grupo de insetos em relação a outro	Não ocorre	Não ocorre

	veludo	grupo comparativo, compreender o fenômeno do mimetismo e camuflagem		
P05	Reconhecer algas-vermelhas;	Tirar fotos de riachos de água doce; fazer a captura de algas vermelhas, saber identificar as algas.	Não ocorre	Não ocorre
P06	Reconhecer primatas	Identificar espécies de primatas, classificar e categorizar comportamentos observados.	Não ocorre	Não ocorre
P07	Reconhecer esquilos, compreender a camuflagem	Identificar a espécie, padrões de coloração de pelagem, identificar esquilos cinzentos em diferentes localidades	Não ocorre	Não ocorre
P08	Reconhecer os caracóis e sua distribuição	Identificar a espécie, nomear as estruturas fisiológicas dos caracóis	Não ocorre	Não ocorre
P09	Reconhecer as aves e os ovos das aves; compreender camuflagem	Identificar onde estão os ovos camuflados; simular a visão de um predador e tentar capturar ovos camuflados	Não ocorre	Não ocorre
P10	Conhecer os peixes; identificar o momento em que o peixe está se alimentando	Identificar o comportamento de bigorna e fazer um registro.	Não ocorre	Não ocorre
P11	Ter conhecimento sobre o que é o RNA	Montar RNA's de acordo com as instruções	Não ocorre	Se o aluno for além dos quebra-cabeças e seguir para a outra plataforma, ele poderá compreender a importância do RNA na engenharia genética e seus benefícios para a ciência.
P12	Compreender conceitos-chave evolutivos	Construção de árvore filogenética, identificação de estruturas geológicas, noções sobre o DNA, sobre o conceito de vida, e sobre a evolução biológica e seu funcionamento	Não ocorre	Relaciona conceitos evolutivos com o cotidiano do aluno (o faz responder a questões diretas sobre evolução)

Fonte: as autoras.

É esperado que os projetos contem com os objetivos de aprendizagem indicados nas UR 2.1 e UR 2.2, pois são aprendizagens facilmente observáveis em projetos de CC e possuem relação direta com objetivos educacionais tradicionais, ou seja, realizar ações procedimentais e

compreender o conteúdo.

Os objetivos de aprendizagem conceituais (UR 2.1) se referem à compreensão de conceitos base das ciências, como por exemplo biodiversidade, ecologia, fenômenos naturais etc. É esperado que projetos de CC estabeleçam este tipo de objetivo, por ser o objetivo mais usualmente esperado dos alunos. Portanto, identificar os 12 protocolos deste trabalho na UR 2.1 era esperado.

O protocolo P04 (*Velvet ant mimicry*) é um protocolo que tem o intuito de expandir os conhecimentos sobre o mimetismo da formiga-de-veludo através de um jogo que consiste em simular a visão de um predador em busca de insetos, sendo que o jogador deve escolher se deve ou não se alimentar. Serão mostradas 10 telas com imagens de formigas-de-veludo e o jogador deve avaliar (em uma escala de 0 a 10) a semelhança da formiga com outro grupo de insetos. Neste protocolo podemos observar que a compreensão de mimetismo e camuflagem é um requisito para que o estudante consiga realizar a atividade. Já os objetivos de aprendizagem processual (UR 2.2), remetem ao conhecimento ligado à realização de processos que envolvem identificação de espécies, coleta de material, realização de atividades, e análise de dados. Também era esperado que os protocolos analisados se enquadrassem nessa UR, já que a grande parte dos protocolos é voltada à participação por meio de coleta de dados, ou realização de atividades práticas. Sendo assim, tanto a UR 2.1 quanto a UR 2.2 são esperadas.

Em P10 (*Tool use in fish*) são perceptíveis objetivos procedimentais, uma vez que a atividade principal se baseia em identificar a espécie de peixe que manifesta o comportamento de bater suas presas contra algum tipo de pedra ou superfície rígida para “quebrar” a presa mais facilmente, utilizando essas superfícies como uma espécie de ferramenta.

Os objetivos de aprendizagem epistêmicos (UR 2.3) se referem a um conhecimento mais profundo de processos biológicos, como por exemplo compreender o método científico, ser capaz de ter *insights* sobre o conhecimento biológico e seus componentes, possuir capacidade de interpretar a natureza científica. Esse conhecimento requer uma boa base de conceitos e compreensões biológicas, sendo difícil de ser alcançado pelo sujeito apenas com a realização de atividades práticas em um projeto de CC. Porém, um projeto bem articulado pode ser uma ótima ferramenta para construir esse tipo de conhecimento. Entretanto, o fato de não ser possível identificar este objetivo de aprendizagem em nenhum dos protocolos analisados, nos dá o indicativo da necessidade de repensar a elaboração desses materiais, uma vez que a AC é essencial para a formação dos cidadãos (Fumeiro *et al.*, 2019).

Os objetivos de aplicação de conhecimento representados pela UR 2.4 são compostos

pela capacidade de aplicar os conhecimentos evolutivos e fazer conexões entre as problemáticas atuais que envolvem a ciência. Porém, trata-se de um conhecimento difícil de ser atingido devido à sua característica de ter que relacionar conhecimentos evolutivos a problemas reais. Entretanto, identificamos nos protocolos P11 e P12 que esse objetivo pode ser alcançado. Justamente por serem protocolos pensados para a sala de aula, o P11 e P12 apresentam um bom planejamento e cuidado ao serem direcionados aos estudantes com o objetivo evidente de fortalecer os conhecimentos biológicos acerca da evolução, uma vez que são capazes de apresentar atividades que exercitam a potencial aprendizagem da UR 2.4.

O protocolo P12 (*Evolution Lab*), por exemplo, trabalha a evolução em forma de módulos temáticos, abordando atividades que façam uma conexão com problemáticas reais e, ao mesmo tempo, reforcem os conteúdos básicos de evolução. Cada módulo representa uma temática evolutiva. Por exemplo, o módulo um é composto por um jogo que indica os passos necessários para a construção de uma árvore filogenética. O estudante passa por um breve tutorial, e posteriormente monta uma árvore com os organismos sugeridos pelo jogo. Vale ressaltar que apesar dos temas abordados, existe também um material didático que pode ser explorado pelo professor com os estudantes, para uma melhor performance na realização das atividades.

Por meio da análise desse trabalho, foi possível identificar que em relação à participação e aos objetivos de aprendizagem não houve propostas relacionadas à evolução que alcancem todos os níveis de participação, e todos os objetivos de aprendizagem. Além disso, apesar desses protocolos se mostrarem relacionados explicitamente à evolução, poucos trabalham, de fato, evolução, e normalmente são associados à temática de diversidade de espécies.

Em relação a aspectos de AC, esses protocolos ainda se parecem com as atividades escolares do ensino tradicional, reproduzindo práticas descontextualizadas e memorísticas, fazendo com que não se estimule uma visão crítica desses conhecimentos.

5 CONSIDERAÇÕES

Este trabalho analisou protocolos de CC com um olhar investigativo da importância desses projetos dentro da abordagem de AC, visando ao ensino de evolução. Foram estipulados os objetivos de analisar os projetos de CC com temáticas de evolução disponíveis na *internet* e sua relação aos níveis de participação e objetivos de aprendizagem.

Em relação ao objetivo geral, pudemos identificar que são poucos os protocolos que

abordam a evolução, propriamente dita, sendo indicativo de que essa temática, importante para o conhecimento biológico, ainda é pouco trabalhada, gerando questionamentos que necessitam ser respondidos por trabalhos futuros.

Esse trabalho evidenciou a pouca participação de cidadãos em diferentes níveis do trabalho científico, sendo que esse aspecto se relaciona com a análise dos objetivos de aprendizagem. Para que o nível de participação dos projetos fosse mais elevado, podemos considerar a necessidade de mais objetivos epistêmicos, sendo eles os objetivos de aprendizagem mais efetivos para a AC. Os protocolos não apresentam momentos de reflexão, não necessitam de estudo prévio, apenas solicitam ações mecanicistas, aproximando-se de atividades que ainda são realizadas no ensino tradicional. A aprendizagem epistêmica (UR 2.3) só seria alcançada com o máximo nível de participação do cidadão nos protocolos. Sendo assim, podemos concluir que os protocolos analisados não atingem níveis máximos de participação e diferentes tipos de objetivos de aprendizagem.

Apesar de os protocolos possuírem material complementar para a sala de aula, a utilização destes materiais só será feita nos casos de interesse do professor em articular os protocolos a outros momentos escolares. Ou seja, os protocolos ainda são pouco efetivos em desenvolver processo de compreensão sobre evolução e do trabalho científico em evolução, ou seja, um conhecimento epistêmico.

Consideramos que há potencial de propostas de CC para alcançar a AC em evolução, entretanto, os poucos materiais disponíveis para professores - que sejam capazes de ler e acessar material em inglês - ainda resultam em propostas pouco significativas, tanto para a compreensão de fenômenos evolutivos como para aspectos da natureza do trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, Sarita; ROCHA, Luana. Ciência cidadã no Brasil: um estudo exploratório. In.: BORGES, Maria Manuel; CASSADO, Elias Sanz (coord.) **Sob a lente da ciência aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2021, p. 489-511. Disponível em: https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/BibliotecaDigital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/Sob-a-lente-da-ciencia-aberta.pdf#page=491.

ATIAS, Osnat et al. In pursuit of mutual benefits in school-based citizen science: who wins what in a win-win situation?. **Instructional Science**, Haifa. v. 51, n. 5, p. 695-728, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11251-022-09608-2>.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BELA, Györgyi et al. Learning and the transformative potential of citizen science. **Conservation Biology**, v. 30, n. 5, p. 990-999, 2016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12762>.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONNEY, Rick. Citizen science: a lab tradition. **Living Bird**, Nova York, v. 15, p. 7-15, 1996.

BOPARDIKAR, Anushree; BERNSTEIN, Debra; MCKENNEY, Susan. Designer considerations and processes in developing school-based citizen-science curricula for environmental education. **Journal of Biological Education**, v. 57, n. 3, p. 592-617, 2021. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933134>.

BRANDT, Miriam et al. Promoting scientific literacy in evolution through citizen science. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 289, n. 1980.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.

DE MIRANDA MARTINS, Diny Gabrielly; DE SOUZA CABRAL, Eloisa Helena. Panorama dos principais estudos sobre ciência cidadã. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, e01030, jul./dez. 2021. <https://doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e1030>.

DOS SANTOS, William Rossani. O processo de Alfabetização Científica no ensino de evolução biológica. **AONDÊ: Revista de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática**, Universidade Estadual de São Carlos. v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/William-Rossani-Dos-Santos/publication/362929549_O_Processo_de_Alfabetizacao_Cientifica_no_Ensino_de_Evolucao_Biologica_The_scientific_literacy_process_in_the_teaching_of_biological_evolution/links/6307a4f461e4553b9539d5b9/O-Processo-de-Alfabetizacao-Cientifica-no-Ensino-de-Evolucao-Biologica-The-scientific-literacy-process-in-the-teaching-of-biological-evolution.pdf. Acesso em: 22 fev. 2024.

FUMEIRO, Carlíria Lima et al. Alfabetização científica e tecnológica como princípio da formação do cidadão. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 5, n. 11, 2019.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**. v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998. <https://doi.org/10.31417/educitec.v5i11.741>.

IRWIN, Alan. Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development. London and New York: **Routledge**, 1995. <https://doi.org/10.4324/9780203202395>.

LIMA, Carlos Eduardo da Costa. **A ciência cidadã como movimento intermediador para a democratização do acesso à informação**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão da

informação), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/52651>. Acesso em: 08 mar. 2024.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 3, p. 45-61, 2001. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104>.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

OLIVEIRA, Edinalva; LOPES, Claudemira Vieira Gusmão (org.). **Ciência cidadã e educação em ciências: diálogos para formação docente: a dinâmica das abordagens da ciência cidadã e o PICCE**. Curitiba. 2023. *E-book* (123p.) color. ISBN: N 978-65-5458-168-4. Disponível em: <https://picce.ufpr.br/e-books/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

PACHECO, Jailson et al. Ciência Cidadã e a Educação Básica: uma revisão bibliográfica sobre a Ciência Cidadã, suas tipologias e relações com o Ensino de Ciências. **Boletim do Museu Integrado de Roraima** (Online), Brasil, v. 15, n. 1, p. 70-95, 2023. <https://doi.org/10.24979/bmirr.v15i1.1132>.

PARRA, Henrique ZM. Ciência Cidadã: modos de participação e ativismo informacional. In: ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L. Maciel; ABDO, A. H. (org.). **Ciência aberta, questões abertas**. Brasília: IBICT; Rio de Janeiro: UNIRIO, 2015. p. 121-142. Disponível em: <https://bit.ly/3YeyGjy>. Acesso em: 26 nov. 2023

PHILLIPS, Tina et al. A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. 2018.

SHAH, Harsh R.; MARTINEZ, Luis R. Current approaches in implementing citizen science in the classroom. **Journal of microbiology & biology education**, v. 17, n. 1, p. 17-22, 2016. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v17i1.1032>.

SHIRK, Jennifer L. et al. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. **Ecology and society**. v. 17, n. 2, 2012. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04705-170229>.

SOUZA, T. T. de; HENCKES, S. B. R.; GEWEHR, D.; SCARTEZZINI, B.; STROHSCHOEN, A. A. G. Letramento científico na docência de professores de Biologia: concepção e prática. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 6, n. 2, p. 310–323, 2018. <https://doi.org/10.26571/REAMEC.a2018.v6.n2.p310-323.i6560>

TAUGINIENÈ, Loreta et al. Citizen science in the social sciences and humanities: the power of interdisciplinarity. **Palgrave Communications**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2020. https://doi.org/10.1057/s41599-020-0471_y.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina (UEL). À Fundação Araucária pelo incentivo à pesquisa.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Introdução: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Referencial teórico: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Análise de dados: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Discussão dos resultados: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Conclusão e considerações finais: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Referências: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Revisão do manuscrito: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Aprovação da versão final publicada: Gabriela Canteiro Figliano e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados desta pesquisa não foram publicados em Repositório de Dados, mas os autores se comprometem a socializá-los caso o leitor tenha interesse, mantendo o comprometimento com o compromisso assumido com o comitê de ética.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

FIGLIANO, Gabriela; ANDRADE, M. A. B. S. de. Projetos de ciência cidadã: análise de propostas envolvendo evolução biológica. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e25028, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.18165>

COMO CITAR - APA

Figliano, G; Andrade, M. A. B. S. de. (2025). Projetos de ciência cidadã: análise de propostas envolvendo evolução Biológica. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25028. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.18165>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



PUBLISHER



Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Welton Yudi Oda  

Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

Avaliador 3: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 05 de agosto de 2025.

Aprovado: 18 de maio de 2025.

Publicado: 18 de setembro de 2025.