



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
Colegiado do CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências  
Biológicas**  
UEL

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GABRIELA CANTEIRO FIGLIANO**

**PROPOSTAS DE ATIVIDADES DE CIÊNCIA CIDADÃ  
ENVOLVENDO EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: ANÁLISE  
DOS NÍVEIS DE PARTICIPAÇÃO E DOS OBJETIVOS  
DE APRENDIZAGEM**

---

Londrina  
2024

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GABRIELA CANTEIRO FIGLIANO**

**PROPOSTAS DE ATIVIDADES DE CIÊNCIA CIDADÃ  
ENVOLVENDO EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: ANÁLISE  
DOS NÍVEIS DE PARTICIPAÇÃO E DOS OBJETIVOS  
DE APRENDIZAGEM**

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual de Londrina  
como um dos requisitos à obtenção do  
título de Bacharel em Ciências  
Biológicas.

**Orientador: Mariana A. B. S. de Andrade**

**Londrina – Paraná  
2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Figliano, Gabriela.

Propostas de atividades de ciência cidadã envolvendo evolução biológica: análise dos níveis de participação e dos objetivos de aprendizagem / Gabriela Figliano. - Londrina, 2024. 42 f.

Orientador: Mariana A. B. S. de Andrade. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2024. Inclui bibliografia.

1.Ciência Cidadã - TCC. 2. Ensino de Ciências - TCC. 3. Evolução - TCC. I. A. B. S. de Andrade, Mariana. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

## **BANCA EXAMINADORA**

Orientadora: Prof. Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior

Prof. Dr. Rogério F. de Souza

Londrina, 13 de maio de 2024

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade, orientadora dessa monografia, pela apresentação do tema e pelas reuniões que expandiram minha visão sobre Ensino de Ciências.

Aos colegas do grupo de pesquisa em ensino e epistemologia da ciência (GPEEC) pela ajuda durante este processo.

À Fundação Araucária pelo auxílio por meio da Bolsa de Iniciação Científica.

.

## 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 protocolos que trabalhem 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 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 pouco foram os protocolos que trabalhavam exclusivamente a temática evolutiva, e que não houve nenhum protocolo que alcançou 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:** Ciência Cidadã. Ensino de Ciências. Evolução.

## **ABSTRACT**

The concept of Citizen Science is related to the public participation of non-professionals and scientists in data collection and analysis, collaborating in the development of scientific knowledge. In the context of Teaching Evolutionary Sciences, Citizen Science can be used to contribute to Scientific Literacy through protocols that work on evolutionary themes in the classroom. Thus, the present 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 evolution learning objectives in the projects. The results were organized and discussed from the perspective of Content Analysis proposed by Bardin (2016), building Context Units for the methodological path and analysis of results. We were able to identify that there were few protocols that worked exclusively on evolutionary issues, and that there was no protocol that achieved the maximum levels of participation and learning objectives. Therefore, it is necessary that Citizen Science in Evolution projects need to be planned so that they achieve a higher level of Scientific Literacy in Evolution.

Keywords: Citizen Science. Science teaching. Evolution.

## SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
5. CONCLUSÕES .....	39
REFERÊNCIAS .....	40

## INTRODUÇÃO

Os métodos de se conduzir pesquisas científicas estão em constante evolução, e essas mudanças têm facilitado a produção colaborativa de conhecimento. Criam-se tecnologias, espaços e possibilidades de construção do saber. Nesse contexto de mudanças profundas, a ciência cidadã (CC) emerge como uma alternativa a abordagens tradicionais na realização de estudos científicos (Rocha, 2019).

A CC pode ser entendida de uma maneira geral como “experiências de colaboração” entre cientistas e não cientistas na produção de conhecimento científico (Parra, 2015), porém, apresenta um significado amplo de acordo com diferentes autores. Irwin (1995) e Bonney (1996) são considerados os dois pesquisadores responsáveis por terem cunhado o nome CC (Martins, Cabral, 2021). Este termo possui alguns sinônimos importantes na literatura, como por exemplo “ciência aberta” e “ciência participativa”, sempre indicando a participação de não cientistas na ciência (Clínio, 2019).

Apesar do termo ser relativamente recente, os registros dessa abordagem são antigos. De acordo com alguns autores, essas atividades remontam aos primeiros trabalhos dos naturalistas dos séculos XIX e XX, onde a ciência ainda nem era considerada uma profissão (Pacheco, 2023).

Considerando a CC como uma alternativa para aproximar cidadãos não profissionais da pesquisa científica, podemos pensar na utilização deste método no contexto educacional. A CC pode ser utilizada para envolver a comunidade escolar em problemas de pesquisa reais que ocorrem na sociedade, sendo uma abordagem potencial para levar aos alunos uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1963). E de acordo com Tauginiene *et al.* (2020), é uma alternativa para promover a alfabetização científica dentro do ambiente escolar, atuando em uma formação de cidadãos críticos e conscientes quanto as problemáticas do seu cotidiano.

Pensando no ensino e aprendizagem de Ciências, há desafios significativos quando os conteúdos desta grande área são abordados de forma conteudista e descontextualizada (Santos, 2007). De acordo com Chassot (2003), deve-se ensinar aos estudantes como aplicar os conhecimentos científicos, promovendo uma visão crítica do mundo. Sendo assim, faz-se necessário que o estudante compreenda as

ciências naturais, para que possam ter uma formação como cidadãos críticos. Os desafios se mostram ainda maiores quando analisamos especificamente ensino de evolução biológica, que é um importante componente integrador das ciências naturais.

De acordo com Brandt *et al.* (2022), ocorrem barreiras no ensino e aprendizagem em evolução, envolvendo equívocos e conflitos de cultura por parte de estudantes, público geral e até mesmo professores da área. Nesse sentido, a utilização da CC no contexto do ensino de evolução pode fornecer aos alunos oportunidades de compreender conceitos complexos e aplicar o conhecimento científico em situações do mundo real.

Entretanto, apesar do potencial da CC como abordagem educacional, há uma escassez de protocolos que abordam a evolução de forma abrangente e eficaz. Para superar esse desafio, é fundamental incentivar a criação de protocolos que atendam aos objetivos de aprendizagem propostos, garantindo assim uma educação científica de qualidade e relevância para os estudantes, alcançando a alfabetização científica.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar os projetos de CC com temáticas de evolução disponíveis na internet e sua relação com a aprendizagem, além dos objetivos específicos, sendo eles: analisar os níveis de participação dos cidadãos nos projetos de CC, e identificar potenciais objetivos de aprendizagem de evolução nos projetos. Para responder a esses objetivos, no capítulo um será apresentado o referencial teórico relativo a Alfabetização Científica, Ciência Cidadã e Evolução. No capítulo dois será desenvolvido o percurso metodológico com a formação das Unidades de Contexto e sua construção, já o capítulo três organiza e discute os dados apresentados, e nas considerações finais há os apontamentos finais deste trabalho.

## **CAPÍTULO 1- Abordagem da Ciência Cidadã e ensino de Evolução Biológica**

### **Alfabetização científica**

O processo de ensino e aprendizagem em Ciências possui dificuldades, principalmente ao ser abordado de forma conteudista e fora de contexto (Santos, 2007). Segundo Chassot (2003) é necessário ensinar como utilizar os conhecimentos adquiridos em ciências, visando uma leitura de mundo mais crítica aos estudantes de forma que se torne uma abordagem para facilitar o entendimento do mundo.

Segundo Lorenzetti (2017) a alfabetização científica (AC) é um dos temas mais emergentes dentro da pesquisa em Educação em Ciências no Brasil, uma vez que sua importância remonta ao seu objetivo de ensino, que almeja ampliar os conhecimentos sobre ciência e tecnologia, sendo um importante eixo para a formação de cidadãos críticos. Além disso, para Chassot (2003) a AC pode potencializar alternativas que levam a uma educação mais comprometida, onde deixa-se de lado o ensino massivo e cheio de conteúdos acumulados, e valoriza-se uma educação significativa onde o conteúdo ensinado tem como objetivo fazer com que os estudantes pensem e compreendam mais amplamente a ciência.

### **O termo Alfabetização científica**

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), o termo alfabetização científica (AC) sofre uma série de variações no uso e escrita, que variam de acordo com os autores, país de origem e até mesmo a significância que o termo possui para o autor. Devido a pluralidade semântica, podemos encontrar na literatura atual alguns termos recorrentes que remetem a AC. Alguns autores utilizam a expressão letramento científico (Santos e Mortimer, 2001, Mamede e Zimmermann, 2007), outros utilizam o termo alfabetização científica (Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, e Brandi e Gurgel, 2002) e podemos encontrar também a expressão enculturação científica (Mortimer e Machado, 1996, Carvalho e Tinoco, 2006). Esses diferentes termos podem ser encontrados na literatura e, apesar de utilizarem nomenclaturas diferentes, os autores buscam representar o ensino de Ciências que se preocupa com a formação cidadã dos alunos (Sasseron; Carvalho, 2011).

### **Alfabetização científica no contexto escolar**

A escola, como um ambiente formal de ensino, normalmente possui uma organização que induz ao ensino conteudista e transmissivo, no qual o professor transmite o conteúdo ao aluno (que atua como receptor). Segundo Chassot (2003) esse modelo transmissivo coloca o estudante como um depósito de conhecimentos acumulados, que por vezes irá ser esquecido após um tempo. Atualmente devemos pensar em um currículo que inclua componentes que se orientem em aspectos pessoais e sociais dos estudantes, por isso, a 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 com os estudantes, para que eles alcancem um bom exercício da cidadania. 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 dentro do ambiente escolar é a utilização de atividades de CC. 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 participações em pesquisas científicas.

### **Conceito de Ciência Cidadã**

As atividades envolvendo CC já possuem registros antes mesmo de ser nomeada como uma abordagem educacional. Por volta do século XIX e XX, cidadãos participavam de coleta de dados e informações para pesquisas relacionadas normalmente a ornitologia, ou monitoramento ambiental (Lüsse, 2022).

O termo CC surge de fato a partir do ornitólogo Richard Bonney (1995) e do autor Alan Irwin (1995). Para Bonney (1996), esse termo se classifica como a participação pública na investigação científica, onde amadores podem adquirir novas

habilidades científicas. Irwin (1995), no entanto, compreende a CC como uma ferramenta que atende as necessidades dos cidadãos e envolve benefícios mútuos aos cientistas e aos participantes da comunidade. Alguns autores também atribuem seus próprios pontos de vista a relevância e significado da CC, mas o termo atual permanece sendo utilizado.

A CC descreve o envolvimento de cidadãos não profissionais que atuam na investigação científica, colaborando com cientistas profissionais. Nessa modalidade, 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, depende dos objetivos de cada projeto educacional, sua formulação, metodologia e procedimentos. Shirk *et. al* (2012) fez uma categorização de como a participação pública em projetos científicos podem ocorrer, sendo divididos em 5 categorias de participação.

**Tabela 1:** Grau de participação de cidadãos em projetos científicos.

<b>Forma de participação</b>	<b>Atitudes dos membros</b>
<b>Contrato</b>	Os cidadãos solicitam a investigadores profissionais que conduzam uma investigação científica específica e relatem os resultados.
<b>Contribuição</b>	Os cientistas cidadãos contribuem principalmente com a coleta de dados.
<b>Colaboração</b>	Os cientistas cidadãos também analisam os dados coletados, e ajudam a refinar a concepção do projeto, analisar dados e/ou divulgar resultados.

---

<b>Cocriação</b>	Os cientistas cidadãos interferem nas perguntas de pesquisa inserindo seus interesses.
<b>Colegas</b>	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 pela autora.

Os itens “Contrato” e “Colegas” são participações que se situam nos extremos do espectro de participações e, para o contexto deste trabalho, não serão considerados nas análises posteriores, pois não representam possíveis participações de cidadãos em projetos de CC.

Projetos de CC que possuem o objetivo de aumentar a participação de estudantes e professores, ou seja, que sejam pensados para o ambiente escolar, podem ser benéficos aos estudantes, professores e pesquisadores sendo uma oportunidade de contribuir com o desenvolvimento curricular de ciências (Shah, 2016).

### **Ciência cidadã no ambiente escolar**

Segundo Atias *et al.* (2022) a utilização da CC no âmbito escolar possui diversos impactos, como por exemplo o aumento do interesse, a 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, apesar dos benefícios, a implementação de CC na escola também pode passar por desafios.

Um dos obstáculos é adesão dos estudantes ao projeto proposto. Nesse sentido, de acordo com Shah *et al.* (2016) é importante se atentar ao volume de trabalho exigido nas participações escolares, uma vez que o excesso de atividades propostas podem ser um motivo para a falta de interesse dos estudantes, gerando desmotivação. Desta forma, é importante adequar as atividades de CC para que os estudantes possam aderir melhor a realização dos projetos de CC.

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 adeque a agenda escolar da escola ou ao currículo nacional.

Sendo assim, devemos pensar em medidas que façam com que os projetos de CC sejam adequados ao currículo escolar e que possuam uma metodologia científica adequada à academia, tornando a logística implementação da CC nas escolas mais viável.

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 possuem uma descrição breve do conteúdo teórico, uma atividade referente a prática científica e a discussão de questões e possíveis hipóteses. As práticas podem incluir a coleta de dados, análise de dados ou discussões pertinentes ao conteúdo central (GLOBE, 2017).

A utilização dos protocolos experimentais, uma vez que delineados de acordo com o ambiente escolar, podem ser importantes para alcançar uma boa relação entre o rigor científico da CC e os objetivos escolares dos estudantes.

Apesar do benefício claro em utilizar protocolos experimentais, devemos pensar em como os pesquisadores da área educacional 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, sobre como podem ser pensados e desenvolvidos para os diferentes objetivos. Sendo assim, quem desenvolve um protocolo experimental normalmente recorre a sua própria experiência e precedentes conhecidos em outros protocolos.

Segundo Bopardikar *et al.* (2021) a construção de um protocolo de CC adequado 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; 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 protocolo (Bopardikar *et al.*, 2021).

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. Strasser *et al.* (2019) destaca um momento importante na história da CC, quando nas décadas de 1960 e 1970 houve movimentos ativistas relevantes que trouxeram para a ciência a urgência das questões ambientais e das demandas humanas, que conseqüentemente trouxe a necessidade da participação popular em um ambiente que antes não se via a participação pública.

Normalmente, as iniciativas de protocolos de CC partem de instituições públicas atreladas a pesquisa, ou a pesquisadores vinculados a essas instituições, devido ao caráter de colaboração que a CC fornece. Pacheco *et al.* (2023) indica que muitas iniciativas de CC são baseadas na construção de protocolos em que o cidadão contribui enviando ou coletando dados, tendo em vista que com o avanço da tecnologia, um modelo contributivo de coleta acaba sendo de fácil acesso e utilização. Albagli e Rocha (2021) revelam que a maior parte das iniciativas de protocolos estão voltadas à educação ambiental, conservação de fauna e flora e a medidas de monitoramento como a qualidade do ar e água. Como a CC estabelece conexões entre a ciência e o cotidiano, é comum que tenhamos uma maior concentração de temáticas ambientais e de problemáticas humanitárias, porém, devemos considerar ampliar significativamente os protocolos para que sejam pensados para a utilização em espaços formais de educação em diversas temáticas.

Apesar das limitações de currículo, como já abordado nesta revisão, dentro do contexto escolar podemos elencar diretrizes de ensino que nos permitam utilizar os protocolos de CC para alcançar competências curriculares. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é papel da escola desenvolver competências relacionadas a alfabetização científica uma vez que suas competências gerais se associam com os objetivos de alfabetização científica, principalmente as competências 2, 4, 5 e 6 sendo elas: pensamento científico, crítico e criativo; comunicação; cultura digital e autogestão (BRASIL, 2018). Considerando alcançar essas competências, devemos levar em conta a importância da utilização de protocolos de CC uma vez que são abordagens potenciais na promoção da alfabetização científica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento nacional que norteia a educação formal, servindo de parâmetro para que os educadores alcancem

objetivos educacionais (BRASIL, 2018). Sendo assim podemos utilizar o próprio documento orientador da educação brasileira para implementar atividades curriculares relacionadas a CC, visando a AC dentro do currículo escolar esperado.

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. O estudo de Zanchetta (2017) propõe a aplicação de unidades temáticas que visam a Evolução como eixo integrador de conteúdos de biologia, concluindo que é válido utilizar a evolução em conjunto com outros conteúdos de biologia, potencializando a aprendizagem em sala de aula.

### **Evolução no contexto da ciência cidadã**

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 e as demais Ciências Naturais. Sendo assim, ensinar evolução é fundamental quando pensamos no ensino de ciências.

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 alternativas é utilizar protocolos de CC que trabalhem a temática evolutiva em sala de aula, sendo um caminho para compreensão da evolução.

Brandt *et al.* (2022) identificou 3 problemas principais que podem ser considerados barreiras no ensino de evolução, sendo: equívocos, conflitos com cultura e valores estabelecidos e problemas com a comunicação.

De acordo com os autores, as concepções erradas sobre a evolução constituem um grande fator negativo a adesão da evolução biológica. Os equívocos

são frequentes e generalizados, normalmente ocorrem tanto em grupos de jovens estudantes quanto professores e público geral.

Outro fator relevante é a cultura e os valores conflitantes. Os conhecimentos em evolução podem entrar em conflito com valores pessoais dos estudantes, como por exemplo a religião. Segundo Santos (2022), a concepção criacionista de alunos e até mesmo professores pode se sobressair em relação as noções evolucionistas, causando uma certa resistência a compreensão de conceitos evolutivos. O senso comum por vezes vai ter um grande peso nas visões dos cidadãos em relação a fenômenos científicos.

Santos (2022) destaca ainda que, além da concepção criacionista que domina a visão de alunos e professores, há também fatores estruturais que podem dificultar o ensino de evolução. As condições de trabalho dos professores, a falta de tempo e espaço curricular para o ensino de evolução também podem ser limitantes. Pode-se destacar também a falta de preparo e a insegurança dos professores quanto a temática de evolução, além da defasagem conceitual por parte de alunos e professores que podem ser um empecilho. Teixeira (2014) indica que o ensino de evolução deve objetivar ao conhecimento e entendimento, e não a uma mudança de crenças dos estudantes, sendo ideal trazer o pensamento evolutivo como um ponto de vista científico para a explicação de fenômenos naturais. Alguns autores também têm destacado o entendimento, mais do que a mudança de crença, como objetivo de ensino de evolução (Dorvillé, Selles, 2009; El-Hani, Sepulveda, 2009; Reis, 2009). Dessa forma, é interessante notar como uma abordagem multiculturalista pode agregar ao ensino de biologia, mais especificamente ao ensino de evolução que normalmente apresenta resistência.

De fato, há diversos desafios quando o assunto é ensino de evolução, e considerando que esse ensino deve se alinhar a expectativa de 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 a evolução biológica, já que a CC é um caminho potencial para atingir a alfabetização científica.

### **Ciência cidadã e alfabetização científica**

Brandt *et al.* (2022) afirmam que a compreensão limitada em evolução pode levar a incapacidade de tomar decisões racionais sobre questões sociais, impactando

em aspectos como saúde, tecnologia, segurança alimentar, perda de biodiversidade, entre outros. Além disso, os autores consideram necessária a promoção da alfabetização científica no contexto educacional de evolução, uma vez que para o processo de aprendizagem de evolução, há alguns objetivos a serem alcançados. Tais objetivos estão sintetizados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Objetivos de aprendizagem para alcançar a alfabetização científica.

<b>Objetivo de aprendizagem</b>	<b>Significado dos objetivos</b>
<b>Conhecimento de conteúdo</b>	Ser capaz de compreender conceitos-chave dentro da evolução, reconhecer conceitos básicos evolutivos para poder realizar os protocolos de ciência cidadã.
<b>Conhecimento processual</b>	Capacidade de identificar fenômenos e espécies, analisar dados e discutir evidências.
<b>Conhecimento epistêmico</b>	<i>Insights</i> sobre como o conhecimento científico é criado, ter capacidade de compreender e interpretar a natureza científica.
<b>Aplicação de conhecimento</b>	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 pela autora.

Sendo assim, o estudo de Brandt e colaboradores (2022) propõem que, para a alfabetização científica em evolução ser significativa, é necessário a aquisição dos 4 tipos de objetivos de aprendizagem, adquirindo os conhecimentos: conceitual, processual, epistêmico e de aplicação pois eles são cruciais no contexto de evolução,

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) realizam uma busca de projetos de CC que envolvam a temática evolutiva, justamente por compreender que o ensino de evolução é crucial para o entendimento de outras áreas biológicas. Em seu trabalho, os autores realizam uma busca por projetos de CC na plataforma digital *Sci Starter*, onde encontram 672 projetos de CC com a temática “ecologia e meio ambiente” e apenas 14 projetos que mencionam “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 pensando em ensino de evolução.

Apesar de Brandt e colaboradores 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.

Mesmo com um grande potencial da CC para o aprendizado em evolução, há uma escassez de protocolos que envolvam evolução como objetivo central (Bela *et al.*, 2016 e Phillips *et al.*, 2018). Mesmo a menor parte que ainda engloba a temática evolutiva, não há a utilização dos diferentes objetivos de conhecimentos propostos pelos autores, sendo então protocolos pouco colaborativos para a AC no contexto evolutivo.

A potencialidade da CC como abordagem para a educação em evolução acaba sendo inexplorada, ainda se há necessidade da criação de protocolos que atendam aos objetivos propostos por Brandt *et al.* (2022) para que então tenham um efeito positivo na AC. É necessário encorajar biólogos evolucionistas a desenvolverem protocolos de CC em evolução, para que contribuam com os conhecimentos especializados para alcançar a AC (Brandt *et al.*, 2022).

## **CAPÍTULO 2- PERCURSO METODOLÓGICO**

Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa, que segundo os autores Bogdan e Biklen (1994, p. 48) apresenta algumas características, entre elas, se preocupar e se interessar pelo processo da análise, além de ser descritiva. Neste trabalho, essas características citadas são vinculadas a análise presente na pesquisa, levando em consideração todo o processo de entendimento e contexto da temática.

Este trabalho também se caracteriza como uma análise documental, pois o material analisado são protocolos de CC disponíveis em plataformas digitais e, a utilização destes documentos possui algumas vantagens como um registro que pode resistir ao longo do tempo, uma fonte de consulta estável e rica e até mesmo uma fonte de informações que possa ser consultada para fundamentar as declarações de um pesquisador (Lüdke e André, 1986). A análise documental é uma potente abordagem de dados qualitativos, permitindo explorar novos temas ou problemas (Lüdke e André, 1986).

Para tal análise, foi utilizado a Análise de Conteúdo (Bardin, 2016). Essa análise se adequa a análise documental devido a característica dessa metodologia, pois visa efetuar deduções lógicas e justificadas, chegando a uma interpretação final fundamentada. De acordo com Bardin (2016) a partir da análise de conteúdo, há duas práticas possíveis de serem trabalhadas: a análise linguística e as técnicas documentais, que foram utilizadas no trabalho.

A análise de conteúdo é composta por 3 etapas: a pré-análise, a exploração de material, e a inferência e interpretação de dados.

### **Pré-análise**

Na primeira etapa da Análise de conteúdo, a pré-análise integra a escolha de documentos que serão analisados, a formulação de hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores para fundamentar a interpretação final (Bardin, 2016).

A pré-análise é uma etapa essencial da análise qualitativa. De acordo com Bardin (2016), o primeiro contato com os documentos é chamado de leitura flutuante. Essa leitura consiste em um primeiro apanhado geral e superficial de documentos que estão disponíveis para a análise, coletando informações iniciais que posteriormente serão submetidas a uma seleção mais direcionada, que constituirá o *corpus* do trabalho. Neste trabalho, utilizamos o artigo de Brandt *et. al* (2022) como base referencial para nossa análise e, a partir dele, chegamos à plataforma digital *SciStarter*

(<https://scistarter.org/>), onde foi feita a busca e a análise dos projetos, que configura o primeiro contato com o documento da pesquisa.

Inicialmente, a base de dados para busca de projetos de CC no contexto evolutivo, foi a plataforma digital *SciStarter*. Através da barra de pesquisa da plataforma, iniciamos a busca de projetos de CC com a palavra-chave “*evolution*”. Em uma primeira busca foi encontrado um total de 16 projetos disponíveis na plataforma, compondo o primeiro grupo da pré-análise. Em seguida, filtrou-se as buscas na plataforma a partir dos seguintes critérios de inclusão: projetos com a palavra-chave “*evolution*”; projetos aplicáveis no contexto escolar; e projetos ativos até o momento das buscas. Sendo assim, como critérios de exclusão foram removidos os projetos que não atendessem a alguma das exigências estabelecidas para inclusão. Seguindo uma avaliação mais particular a cada um dos projetos e utilizando os critérios de exclusão, chegamos a um total de 11 projetos na plataforma *SciStarter*. Posteriormente, os projetos foram individualmente analisados para compor o *corpus* do trabalho.

De acordo com Bardin (2016, pg. 96) o *corpus* representa o conjunto de documentos que irá compor a parte analítica da metodologia, e para este grupo de documentos ser formado, há algumas regras a serem seguidas em sua seleção:

- Exaustividade: é necessário que todos os documentos sejam analisados individualmente e que qualquer exclusão seja justificada obedecendo os critérios de exclusão;
- Representatividade: a amostra analisada deve fazer parte do universo inicial;
- Pertinência: os documentos do *corpus* devem ser adequados aos objetivos da análise;
- Homogeneidade: os documentos devem obedecer aos mesmos critérios e rigores de escolha, formando amostras que não variem tanto umas as outras.

O grupo documental deste trabalho obedece a cada um dos rigores de seleção de documentos, onde a exaustividade foi alcançada através da análise de todos os projetos do site, nos levando a representatividade, uma vez que os projetos escolhidos representam os protocolos de evolução viáveis e aplicáveis em sala de aula, a pertinência pois a seleção de documentos condiz com os objetivos de análise, e por fim a homogeneidade, uma vez que para chegar ao *corpus*, seguimos os

mesmos critérios e rigores para todos eles, estando em concordância com as regras estabelecidas acima para a seleção de documentos.

Dos 11 projetos que constituem o grupo de documentos, há a ocorrência de 12 protocolos de CC, pois encontramos 2 protocolos referentes a um mesmo projeto, que foi incluído também no *corpus* da análise.

O Quadro 1 apresenta os 12 protocolos e a sua codificação:

**Quadro 1** – Codificação dos protocolos de CC.

<b>Nome do protocolo</b>	<b>Codificação</b>	<b>Link</b>
<i>Mark my bird</i>	P1	<a href="https://bou.org.uk/blog-mark-my-bird/">https://bou.org.uk/blog-mark-my-bird/</a>
<i>Bugs in our backyard</i>	P2	<a href="https://bugsinourbackyard.org/">https://bugsinourbackyard.org/</a>
<i>Pieris project</i>	P3	<a href="http://studentsdiscover.org/lesson/pieris-project/">http://studentsdiscover.org/lesson/pieris-project/</a>
<i>Velvet ant mimicry</i>	P4	<a href="https://www.ala.org.au/blogs-news/play-the-mimicry-game-with-australias-velvet-ants/">https://www.ala.org.au/blogs-news/play-the-mimicry-game-with-australias-velvet-ants/</a>
<i>A search for Alabama's unknown red algal diversity</i>	P5	<a href="https://www.quooddy.com/red-algal-citizen-science.html">https://www.quooddy.com/red-algal-citizen-science.html</a>
<i>Chimp &amp; See</i>	P6	<a href="https://www.zooniverse.org/projects/sassydumbledore/c-himp-and-see">https://www.zooniverse.org/projects/sassydumbledore/c-himp-and-see</a>
<i>Squirremapper</i>	P7	<a href="https://squirremapper.org/">https://squirremapper.org/</a>
<i>Megalab Evolution</i>	P8	<a href="https://www.stem.org.uk/resources/collection/4114/evolution-megalab">https://www.stem.org.uk/resources/collection/4114/evolution-megalab</a>
<i>Nighthjar project</i>	P09	<a href="https://scistarter.org/project-nightjar">https://scistarter.org/project-nightjar</a>
<i>Tool use in fish</i>	P10	<a href="https://fishtooluse.com/">https://fishtooluse.com/</a>
<i>The Rna Lab</i>	P11	<a href="https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/about-rna-lab/educator-guide/">https://www.pbs.org/wgbh/nova/labs/about-rna-lab/educator-guide/</a>
<i>Evolution Lab</i>	P12	<a href="https://www.pbslearningmedia.org/collection/novalabs/t/evolution-lab/">https://www.pbslearningmedia.org/collection/novalabs/t/evolution-lab/</a>

**Fonte:** a própria autora.

## **Exploração do material**

Após o material definido na pré-análise, iniciou-se a exploração do material. Utilizamos duas análises, onde cada uma representa uma unidade de contexto, sendo a primeira unidade o nível de participação dos cidadãos em projetos de CC, e a segunda unidade os objetivos de aprendizagem para alcançar a AC.

A partir da leitura e codificação das unidades de registro selecionadas, foram estabelecidas duas unidades de contexto principais de análise. Na primeira, foi feita uma análise referente a participação dos cidadãos em projetos de CC, formando uma unidade de contexto (UC1). No segundo, a análise parte dos objetivos de aprendizagem para alcançar a AC, compondo a segunda unidade de contexto (UC2).

### **Unidade de contexto 1 – Participação**

UC1 – Nível de participação de cidadãos não profissionais em projetos científicos.

Durante o desenvolvimento do trabalho e a leitura flutuante, foi relevante buscar e analisar trabalhos que abordassem a participação de cidadãos em projetos científicos, a fim de compreender em quais níveis poderiam chegar a participação de populares em projetos da ciência, e quais as potencialidades dessas participações na promoção da AC. De acordo com Shirk et. al (2012) o grau de participação popular em trabalhos de rigor científico pode variar de acordo com o tipo de atividade sugerida ao cidadão, aos objetivos educacionais, a sua metodologia, formulações e/ou procedimentos. Sendo assim, Shirk et. al (2012) analisou e categorizou as possíveis formas de participação popular em projetos científicos, onde as participações podem ocorrer por meio de: contrato, contribuição, colaboração, e 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 em evolução uma vez que são contribuições que ocorrem em outros tipos de participações públicas e não em projetos de CC no contexto escolar.

Com base nos materiais, foram estabelecidos diferentes níveis de interação de cidadãos não profissionais em projetos científicos.

Cada interação é considerada uma unidade de registro (UR), conforme a representação abaixo:

- UR 1.1 – Contribuição: os cidadãos contribuem principalmente com a coleta de dados
- UR 1.2 – Colaboração: Os cientistas cidadãos também analisam os dados coletados, e ajudam a refinar a concepção do projeto, analisar dados e/ou divulgar resultados.
- UR 1.3 – Co-criação: Os cientistas cidadãos interferem nas perguntas de pesquisa inserindo seus interesses.

Cada projeto analisado pode apresentar mais de um tipo de interação. Sendo assim, estabelecemos que há uma ordem crescente de interação, obedecendo ao nível máximo de interação que o projeto atinge. Exemplo: Se determinado projeto apresenta interação em UR 1.1 e UR 1.2, será atribuído a ele apenas a interação máxima da UR 1.2.

## **Unidade de contexto 2 – Objetivos de aprendizagem**

### UC2 – Objetivos de aprendizagem

Para o estabelecimento das UR utilizou-se como referencial os objetivos de aprendizagem propostos por Brandt *et al.* (2022).

Nessa unidade de contexto os projetos foram analisados buscando identificar quais conhecimentos para alcançar a AC são possíveis de serem alcançados pelos alunos. Brandt *et al.* (2022) apresenta uma discussão sobre a importância da evolução para promover a AC, utilizando a CC como um caminho para alcançar a aprendizagem em evolução. Em seu trabalho, os autores definem objetivos de aprendizagem que podem ser alcançados com o uso da CC em evolução, mas não realizam uma análise detalhada de como os projetos podem estar relacionados com esses objetivos de aprendizagem. 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. Para as análises, consideramos que um projeto de CC pode conter um ou mais protocolos inclusos em sua proposta. O projeto representa a temática geral, e o protocolo corresponde a atividade desenvolvida dentro do projeto.

Assim, para essa unidade de contexto foram estabelecidas 4 unidades de registro:

- UR 2.1 – Conhecimento de conteúdo: compreender conceitos-chave da evolução, reconhecer conceitos evolutivos
- UR 2.2 - Conhecimento Processual: Identificar espécies, identificar fenômenos, analisar dados e discutir evidências
- UR 2.3 – Conhecimento Epistêmico: *Insights* sobre conhecimento científico e sua concepção, interpretar a natureza científica
- UR 2.4 – Aplicação de conhecimento: Aplicar os conhecimentos evolutivos, fazer conexões entre as problemáticas atuais que envolvem a ciência

No corpus da análise, estão inseridos 12 protocolos de CC (provenientes de 11 projetos), os quais passaram por todos os rigores de seleção documental de acordo com a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Os protocolos foram codificados, a fim de estabelecer um padrão representativo para as análises futuras deste trabalho.

Dado a construção das unidades de contexto e a codificação dos protocolos, o próximo capítulo irá abordar os resultados encontrados, e a discussão pertinente a cada unidade de contexto estabelecida, sempre seguindo a Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2016).

### **CAPÍTULO 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para responder os objetivos desta pesquisa, os dados foram organizados em duas unidades de pesquisa, UC 1 relacionada aos níveis de participação dos cidadãos nos projetos e UC 2 relacionada aos objetivos de aprendizagem. As unidades serão apresentadas separadamente a seguir.

#### **Análise da Unidade de Contexto 1 – 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.

**Quadro 2** – Unidade de contexto 1: Níveis de Participação.

UNIDADE DE REGISTRO 1 – PARTICIPAÇÃO	PROTOCOLOS											
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12
UR. 1.1-Contribuição: os cidadãos contribuem principalmente com a coleta de dados	X	X	X	X	X			X	X	X		X
UR 1.2 – Colaboração: Os cientistas cidadãos também analisam os dados coletados, e ajudam a refinar a concepção do projeto, analisar dados e/ou divulgar resultados.						X	X				X	
UR 1.3 – Cocriação: Os cientistas cidadãos interferem nas perguntas de pesquisa inserindo seus interesses.												

**Fonte:** a própria autora

**Quadro 3** – Unidades de contexto 2: Objetivos de Aprendizagem

PROTOCOLOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM			
	UR 2.1	UR 2.2	UR 2.3	UR 2.4
<b>P01</b>	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
<b>P02</b>	Conhecer os insetos; compreender a diversidade	Busca ativa por insetos; Relatar as informações encontradas sobre os insetos	Não ocorre	Não ocorre
<b>P03</b>	Conhecer o <i>bauplan</i> dos insetos	Busca ativa por insetos; Relatar as informações da coleta; identificar a espécie	Não ocorre	Não ocorre
<b>P04</b>	Reconhecer a formiga-de-veludo	Classificar a similaridade de um grupo de insetos em relação a outro grupo comparativo, compreender o fenômeno do mimetismo e camuflagem	Não ocorre	Não ocorre
<b>P05</b>	Reconhecer algas-vermelhas;	Tirar fotos de riachos de água doce; fazer a captura de algas vermelhas, saber identificar as algas.	Não ocorre	Não ocorre

<b>P06</b>	Reconhecer primatas	Identificar espécies de primatas, classificar e categorizar comportamentos observados.	Não ocorre	Não ocorre
<b>P07</b>	Reconhecer esquilos, compreender a camuflagem	Identificar a espécie, padrões de coloração de pelagem, identificar esquilos cinzentos em diferentes localidades	Não ocorre	Não ocorre
<b>P08</b>	Reconhecer os caracóis e sua distribuição	Identificar a espécie, nomear as estruturas fisiológicas dos caracóis	Não ocorre	Não ocorre
<b>P09</b>	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
<b>P10</b>	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
<b>P11</b>	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.

<b>P12</b>	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:** a própria autora

O quadro 2 demonstra em até qual nível de participação nos protocolos um cidadão não cientista terá participação. Dos 12 protocolos, identificamos que em nove protocolos, o nível de participação dos cidadãos alcança o nível de Contribuição (UR. 1.1), em três projetos o nível de participação possível é o de Colaboração (UR 1.2), em nenhum protocolo foi identificada a possibilidade de Cocriação (UR 1.3).

A U.R 1.1 demonstra a participação através de contribuição, na qual os cientistas cidadãos contribuem principalmente com a coleta de dados. A coleta de dados é uma etapa fundamental no contexto da pesquisa científica, e utilizar a CC como uma ferramenta para a coleta de dados 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.

Este ponto já foi apresentado no trabalho de Pacheco *et al.* (2023), onde 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*) pode ser considerado como exemplo de análise o modelo de participação de contribuição. O projeto *Pieris Project* tem como temática central a compreensão da adaptação de borboletas-da-couve (*Pieris rapae*) às mudanças ambientais, para isso, a pesquisa conta com um levantamento de dados da ocorrência do inseto em diversos locais, sendo um projeto de caráter global. 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 ao endereço indicado nas instruções da realização da atividade, aonde o material vai para o laboratório responsável pela pesquisa do projeto. Já a segunda forma de participação, é destinada a aqueles que por algum motivo não puderam cumprir o envio do material biológico ao laboratório. A por meio de um registro fotográfico, o cidadão realiza uma captura em 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 de contribuição.

Apesar da importância de projetos de CC, devemos refletir sobre a quantidade significativa de protocolos que solicitam da população apenas a contribuição com dados. Para cidadãos não cientistas, representa uma grande importância poder participar da coleta de materiais/dados de um trabalho científico, o cidadão pode se sentir pertencente a pesquisa. Por outro lado, 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 da participação da população, pelo menos, não como se espera quando pensamos na importância da CC para aproximar a academia científica e os cidadãos.

Os protocolos P6, P7 e P11 possibilitam uma máxima interação na UR.1.2, representando a colaboração. Nessa unidade de registro, a participação pode se dar 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, o cidadão sai de mero auxiliar em uma busca de dados, para um participante mais ativo (quando comparado a UR 1.1), sendo responsável por analisar os dados da pesquisa. A contribuição popular neste nível, sugere uma maior intimidade 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 presentes neste trabalho, apenas três deles contam com a participação por colaboração, mais uma vez reforçando que a participação pública na CC está fora dos ideais imaginários que a CC constrói em sua teoria.

O protocolo P06 (*Chimp&See*) possui a temática central: “Identificação de chimpanzés africanos e seus comportamentos”, onde a participação do sujeito ocorre na análise de filmagens gravadas através de câmeras *trap*, do cotidiano de alguns primatas. O projeto conta com um acervo de filmagens registradas pela equipe de pesquisa responsável pelo projeto, onde 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 tem uma grande abordagem da evolução no que diz respeito aos estudos que podem ser realizados futuramente com os materiais classificados pelos visitantes do site, mas em momento algum o jogo em si traz conhecimentos ou reflexões sobre evolução. Além disso, apesar de ser aplicável em sala de aula, o protocolo também depende da orientação do professor aos alunos, e cabe a ele abordar os conteúdos evolutivos que possam ser contemplados ao visitar o protocolo. Novamente, apesar de envolver a temática evolutiva, o protocolo depende de uma interferência do professor para que seja trabalhado em sala de aula.

A UR 1.3 refere-se à participação por cocriação, onde 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 nenhum protocolo deste trabalho que se configurou nesse nível de interação, 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 em muitas vezes irá tender a participações meramente tecnicistas na qual os cidadãos apenas buscam auxiliar em coletas de dados.

## **Análise da Unidade de Contexto 2 – Objetivos de aprendizagem**

Os objetivos de aprendizagem propostos por Brandt *et al.* (2022) são importantes eixos para a análise deste projeto. A partir da avaliação dos protocolos pudemos identificar quais objetivos de aprendizagem podem ser acionados e conseqüentemente, se podem contribuir com uma potencial AC em evolução.

Dos 12 protocolos presentes neste trabalho, todos eles possuem objetivos de aprendizagem relacionados as UR 2.1 e UR 2.2, nenhum teve objetivos relacionados a UR 2.3, e foi possível identificar objetivos de aprendizagem relacionados a UR 2.4 em dois protocolos.

De modo geral, é esperado que os projetos acionem os objetivos de aprendizagem UR 2.1 e UR 2.2 pois são aprendizagens facilmente observáveis em projetos de CC e relacionam amplamente com o que já é feito na escola. Atividades nas quais o sujeito deve realizar ações procedimentais e compreender o conteúdo para realizar as atividades propostas no projeto.

Os objetivos de aprendizagem conceituais (UR 2.1) se referem a compreensão de conceitos base das ciências como por exemplo biodiversidade, ecologia, fenômenos naturais etc. É muito comum que projetos de CC alcancem este tipo de conhecimento, uma vez que os projetos possuem instruções de realização, e normalmente são visuais e autoexplicativos. Portanto, identificar os 12 protocolos deste trabalho na UR 2.1 era esperado.

O protocolo P04 (*Velvet ant mimicry*) é um protocolo que possui o intuito de expandir os conhecimentos sobre o mimetismo da formiga-de-veludo através de um jogo. O jogo consiste em simular a visão de um predador em busca de insetos onde 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 ao lado. Neste protocolo podemos observar que a compreensão de mimetismo e camuflagem deve estar presente ao estudante, para que ele consiga realizar a atividade. Mesmo que o estudante não compreenda totalmente as diferenças entre mimetismo e camuflagem, o jogo consegue passar uma visão simplificada de como esses fenômenos ocorrem.

Já os objetivos de aprendizagem processual (UR 2.2), remetem ao conhecimento ligado a 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 são voltados a 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 presentes e esperadas quanto a análise neste trabalho.

No protocolo do projeto P10 (*Tool use in fish*) é perceptível a UR 2.2, uma vez que a atividade principal se baseia em identificar a espécie de peixe que possuem 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. Além da identificação do animal, há também a identificação de um fenômeno comportamental, deixando evidente o objetivo de aprendizagem de conhecimento processual.

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, no entanto, um projeto bem pensado para essa finalidade de AC 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 protocolo 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, fazer conexões entre as problemáticas atuais que envolvem a ciência. Porém, se trata de um conhecimento difícil de ser atingido devido a sua característica de ter que relacionar conhecimentos evolutivos a problemas reais. Entretanto, identificamos no protocolo P11 e P12 que esse objetivo pode ser alcançado. Justamente por ser um protocolo pensado para a sala de aula, o P11 e P12 obtiveram um bom planejamento e cuidado ao ser direcionado para estudantes, com o objetivo evidente de fortalecer os conhecimentos biológicos acerca da evolução, ele é capaz de apresentar atividades que exercitem a potencial aprendizagem da UR 2.4 sendo bons representantes do alcance deste conhecimento.

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, onde 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 da realização das atividades.

Por meio da análise deste trabalho foi possível identificar que em relação a participação e aos objetivos de aprendizagem não houve propostas relacionadas a evolução que alcancem todos os níveis de participação, e todos os objetivos de aprendizagem. Além disso apesar desses protocolos se mostrarem relacionados explicitamente a evolução, poucos trabalham de fato evolução e normalmente são associados a 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 haja minimamente visão crítica sobre o que está sendo aprendido. Mesmo com os materiais pensados para o uso na sala de aula, há uma necessidade de que o professor trabalhe com esses materiais para que haja um pouco de contextualização das atividades, não garantindo que esse contexto ocorra de fato.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou a temática de protocolos de CC por meio de um olhar da importância desses projetos dentro da abordagem de AC, visando o ensino de evolução. Como objetivos do trabalho foram estipulados como objetivo geral: analisar os projetos de CC com temáticas de evolução disponíveis na internet e sua relação com a aprendizagem, e objetivos específicos, sendo eles: analisar os níveis de participação dos cidadãos nos projetos de CC, e identificar potenciais objetivos de aprendizagem de evolução nos projetos.

Em relação ao objetivo geral pode se identificar que foram 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 pode mostrar como o fato de não ter tantos níveis de participação nesses protocolos pode ter uma relação direta com uma menor quantidade de objetivos de aprendizagem, inclusive o objetivo epistêmico que não foi encontrado, sendo ele o objetivo de de aprendizagem mais próximo da AC. Os protocolos não possuem momentos de reflexão, não necessitam de estudo prévio, apenas realiza ações mecanicistas se aproximando com 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 de aprendizagem.

Vale ressaltar que apesar dos protocolos possuírem material complementar a sala de aula, a utilização destes materiais para ocorrer o aprendizado em evolução depende da ação do professor e do uso que esses materiais são feitos, pois sem orientação e contextualização, dificilmente os estudantes irão compreender os conceitos abordados de forma significativa.

Sendo assim, há um grande potencial para a utilização da CC para alcançar a AC no ensino de evolução, mas ainda existem desafios que precisam ser superados para alcançar o máximo nível de participação, e conseqüentemente o máximo nível dos objetivos de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S.; ROCHA, L. Ciência cidadã no Brasil: um estudo exploratório. In: BORGES, M. M.; CASADO, E. S. (Coord.). **Sob a lente da Ciência Aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil**. Lisboa: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2021, p. 489-511.
- ATIAS, Osnat et al. In pursuit of mutual benefits in school-based citizen science: who wins what in a win-win situation?. **Instructional Science**, v. 51, n. 5, p. 695-728, 2023.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 122-134, 2001. BRASIL. A Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação, 2018.
- BELA, G., Peltola, T., Young, J. C., Balázs, B., Arpin, I., Pataki, G., et al. (2016). Learning and the transformative potential of citizen science. **Conserv. Biol.** 30,990–999.
- BONNEY, R. 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.
- BRANDI, Arlete Terezinha Esteves; GURGEL, Célia Margutti do Amaral. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, p. 113-125, 2002.
- BRANDT, Miriam et al. Promoting scientific literacy in evolution through citizen science. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 289, n. 1980, p. 20221077, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018a
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; TINOCO, Sandra Carpinetti. O ensino de ciências como enculturação. **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores.**, 2006.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, p, 89-100, 2003.
- CLÍNIO, A. Ciência aberta na América Latina: duas perspectivas em disputa. **Transinformação**, Campinas, v. 31, 2019

DOS SANTOS, William Rossani. O processo de Alfabetização Científica no ensino de evolução biológica. **AONDÊ: Revista de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, 2022.

FUMEIRO, C. L.; SILVEIRA, S. S. dos S.; MARTINS, S. N.; OMENA, V. J. M. 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. DOI: 10.31417/educitec.v5i11.741. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/741>.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

IRWIN, A. Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development. London and NewYork: **Routledge**, 1995.

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

LORENZETTI, Leonir. A Alfabetização Científica na Educação em Ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, pág. 1-3, 2017.

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.

LÜSSE, Mientje et al. Citizen science and its potential for science education. **International Journal of Science Education**, v. 44, n. 7, p. 1120-1142, 2022.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**. Editora Companhia das Letras, 2005.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. A Linguagem em uma Aula de Ciências. **Presença Pedagógica**, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

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)**, v. 15, n. 1, p. 70-95, 2023.

PARRA, Henrique Zoqui Martins. Ciência cidadã: modos de participação e ativismo informacional. **Ciência aberta, questões abertas.**, 2015.

PHILLIPS, T. B., Ferguson, M., Minarchek, M., Porticella, N., and Bonney, R. (2014). . A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. **Citizen Science: Theory & Practice**, v. 3, n. 2, 2018.

ROCHA, Luana Mendonça Pinto et al. **Os cientistas e a ciência cidadã: um estudo exploratório sobre a visão dos pesquisadores profissionais na experiência brasileira.** 2019.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, jan. 2011.

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.

SHIRK, Jennifer L. et al. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. **Ecology and society**, v. 17, n. 2, 2012.

STRASSER, Bruno et al. "Citizen science"? Rethinking science and public participation. **Science & Technology Studies**, v. 32, n. 2, p. 52-76, 2019.

TAUGINIENÉ, 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.

THE GLOBE PROGRAM. **globe.gov**. Disponível em: <https://www.globe.gov/support/faqs/program-overview/general>. Acesso em: 04 jan, 2024.

ZANCHETTA, Leonardo Nogueira. **Evolução como eixo integrador para o Ensino de Biologia: relato de uma Unidade Didática.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas