

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
REDE NORDESTE DE ENSINO
DOUTORADO EM ENSINO**

ANTONIO REYNALDO MENESES MOURA

**AS ESPECIFICIDADES DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO COM
CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Maceió – AL
2024

ANTONIO REYNALDO MENESES MOURA

**AS ESPECIFICIDADES DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO COM
CONHECIMENTOS BIOLÓGICOS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Tese de doutorado apresentada à banca examinadora da Rede Nordeste de Ensino – RENOEN. Doutorado em Ensino, polo Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como exigência para obtenção do título de Doutor em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Elton Casado Fireman

Maceió – AL
2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

- M929e Moura, Antonio Reynaldo Meneses.
As especificidades das sequências de ensino investigativo com conhecimentos biológicos nos anos iniciais do ensino fundamental / Antonio Reynaldo Meneses Moura. – 2024.
144 f. : il.
- Orientador: Elton Casado Fireman
Tese (doutorado em Ensino) – Universidade Federal de Alagoas, Rede Nordeste de Ensino. Maceió, 2024.
- Bibliografia: f. 120-131.
Apêndices: f. 132-137.
Anexos: f. 138-144.
1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Ensino de Ciências por Investigação. 3. Sequências (Ensino investigativo). 4. Conhecimentos. Biologia. 5. Ensino fundamental. I. Título.

CDU: 37.046.14

FOLHA DE APROVAÇÃO

AS ESPECIFICIDADES DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO COM TEMAS BIOLÓGICOS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Tese de doutorado apresentada à banca examinadora, já referendada pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN. Doutorado em Ensino, polo Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como exigência para obtenção do título de Doutor em Ensino, e aprovado em 18 de Novembro de 2024.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ELTON CASADO FIREMAN**
Data: 25/11/2024 07:43:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. ELTON CASADO FIREMAN
Rede Nordeste de Ensino – Universidade Federal de Alagoas (RENOEN/UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **HILDA HELENA SOVIERZOSKI**
Data: 25/11/2024 03:41:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Interna: Profa. Dra. HILDA HELENA SOVIERZOSKI
Rede Nordeste de Ensino – Universidade Federal de Alagoas (RENOEN/UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **LUIS PAULO LEOPOLDO MERCADO**
Data: 25/11/2024 05:47:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador Interno: Prof. Dr. LUIS PAULO LEOPOLDO MERCADO Rede
Nordeste de Ensino – Universidade Federal de Alagoas (RENOEN/UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **RAQUEL CROSARA MAIA LEITE**
Data: 25/11/2024 07:39:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Interna: Profa. Dra. RAQUEL CROSARA MAIA LEITE Rede
Nordeste de Ensino – Universidade Federal do Ceará (RENOEN/UFC)

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA SEDANO DE SOUZA**
Data: 21/11/2024 17:08:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora Externa: Profa. Dra. LUCIANA SEDANO DE SOUZA
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)

Dedico este trabalho ao Prof. Dr. Antonio Reynaldo. Que um dia, ao olhar para trás, você possa encontrar um significado em cada desafio superado e em cada conquista alcançada. Sua força e determinação foram as chaves que abriram portas, venceram obstáculos e te levaram além do que você poderia imaginar.

AGRADECIMENTOS

Ao me deparar com o desafio e a realização que representam essa etapa, percebo que esta jornada foi enriquecida e possibilitada pela presença e apoio de pessoas especiais na minha vida. Deixo aqui os meus sinceros agradecimentos:

Deus, te agradeço por cada porta aberta e cada oportunidade concedida, assim como pela coragem e perseverança para superar os obstáculos.

Agradeço imensamente a minha mãe, Kátia Chilene Meneses Baumann e a minha avó Teresinha de Jesus Lopes Meneses, cujo amor, força e incentivo apoiaram os momentos mais desafiadores desta jornada;

Agradeço ao meu parceiro André Fellipe, pelo amor, compreensão, companheirismo e paciência. Sua presença e apoio foram essenciais para manter meu equilíbrio e foco ao longo desse processo;

Agradeço ao meu pai, Lázaro Ricardo, e aos meus irmãos, Gabriel e Ana Cecília, por estarem cada vez mais presentes em minha vida trazendo grandes alegrias;

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Elton Casado Fireman, cuja orientação e incentivo contribuíram para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal;

Agradeço aos meus amigos pessoais, cuja presença e carinho foram um alicerce nas horas de dificuldade;

Agradeço aos membros do Grupo de Pesquisa GPFPEC, GEPED e GEPECBio. O convívio, as discussões e o compartilhamento de conhecimentos dentro destes grupos foram essenciais para a minha formação como pesquisador e para o desenvolvimento deste trabalho;

Agradeço a todos os professores e colegas da Rede Nordeste de Ensino, em especial do campus da Universidade Federal de Alagoas, meu sincero agradecimento (em especial Luciana Tener, Tamiris, Alana, Adevan, Saulo, Joenneyres, Renan, Suzy, Leila e Bernadete), cada um de vocês desempenhou um papel importante nesse processo. As aulas, conversas, e discussões foram fundamentais para a minha formação e para o desenvolvimento da minha pesquisa;

Agradeço ao coordenador da RENOEN/UFAL, professor Ivanderson, pela disposição e incentivo contínuo;

Agradeço aos colegas docentes e queridos discentes dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Pedagogia da Universidade Estadual do Ceará, campus Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu, pela compreensão, incentivo e apoio durante os dois anos que estive como professor substituto;

Agradeço aos membros da banca de qualificação e de defesa, meu profundo agradecimento pelo aceite em participar, tempo e dedicação.

Agradeço aos meus pets Malloy, Thor, Paçoca e o mais novo Pintado, por serem uma fonte de alegria e descanso.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

“A vida é fruto da decisão de cada momento. Talvez seja por isso, que a ideia de plantio seja tão reveladora sobre a arte de viver. Viver é plantar. É atitude de constante sementeira, de deixar cair na terra de nossa existência as mais diversas formas de sementes.”

Pe. Fábio de Melo

RESUMO

O ensino de ciências, nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, desempenha um papel importante na formação de cidadãos ativos e críticos, despertando o interesse e a curiosidade pelos fenômenos naturais e o ambiente que os cerca. Dentro do amplo espectro das ciências, os conhecimentos biológicos se destacam por sua capacidade de fomentar habilidades essenciais nos estudantes, tais como observação, questionamento e investigação, isso se dá devido às suas especificidades. Nesse sentido, compreendemos que o trabalho com conhecimentos biológicos desde os primeiros anos é fundamental para que os alunos desenvolvam conhecimentos científicos e habilidades de observação e questionamento sobre o mundo. Uma das possibilidades de incluir essas características é adotar a abordagem do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) por meio das Sequências de Ensino Investigativo (SEI) durante as aulas, colocando o aluno como parte principal do processo de ensino. Diante disso, torna-se essencial compreender as particularidades dos conhecimentos biológicos presentes nessas sequências. Diante desse contexto, temos como tese de que os conhecimentos biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, possuem especificidades que influenciam na abordagem investigativa e no desenvolvimento de SEI para esse nível de ensino. O problema central desta pesquisa é: quais as especificidades das SEI para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental quando estas exploram conhecimentos biológicos? A partir disso, temos como objetivo analisar as características das SEI para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental que exploram conhecimentos biológicos e suas especificidades. Para isso, adotamos uma pesquisa de abordagem qualitativa, dividida em duas etapas. Na primeira, realizamos uma pesquisa bibliográfica, onde foram identificadas oito SEI, a partir de uma revisão sistemática de literatura. Paralelamente, conduzimos um curso de formação continuada de professores, no qual os participantes produziram duas SEI com foco em conhecimentos biológicos. Essas sequências também foram incluídas na análise. Durante os encontros do curso os dados foram coletados por meio de diários de bordo, questionários e registros audiovisuais e, posteriormente, analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme Bardin. Nossa análise também foi dividida em dois momentos. Primeiramente, identificamos como as atividades investigativas são inseridas nas SEI. As atividades foram agrupadas em quatro categorias: Interação e trabalho em grupo, Experiência Prática e Observação, Representação e Organização do Conhecimento, e Reflexão e Avaliação. Identificamos que as SEI incentivam a colaboração entre os alunos, o uso de práticas experimentais, registro de informações, leitura, manipulação de materiais, a sistematização de conhecimentos adquiridos e a reflexão crítica sobre o trabalho desenvolvido. Na segunda parte da análise, foi realizada uma investigação detalhada das especificidades dos conhecimentos biológicos presentes nas SEI. As sequências foram analisadas de acordo com as características próprias da biologia considerando os estudos de Mayr (1998). Essa análise permitiu identificar como essas especificidades influenciam a forma como os conteúdos biológicos são trabalhados, ressaltando a importância de adaptar as práticas pedagógicas para refletir a dinâmica e a particularidade dos processos biológicos. Consideramos que as SEI possuem um grande potencial para promover a alfabetização científica nos alunos. No entanto, o estudo também identificou lacunas, como a escassez de sequências que discutam os conhecimentos biológicos, bem como a necessidade de formações para professores. Futuras pesquisas podem explorar formas de ampliar a produção de SEI em biologia

e avaliar as contribuições dessas sequências no desenvolvimento das competências científicas dos alunos ao longo do tempo.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Ensino de Ciências por Investigação; Ensino Investigativo; Biologia; Alfabetização Científica.

ABSTRACT

Science education in the early years of elementary school plays an important role in the development of active and critical citizens, awakening interest and curiosity in natural phenomena and the environment that surrounds them. Within the broad spectrum of sciences, biological knowledge stands out for its ability to foster essential skills in students, such as observation, questioning and investigation, due to its specificities. In this sense, we understand that working with biological knowledge from the early years is essential for students to develop scientific knowledge and observation and questioning skills about the world. One of the possibilities for including these characteristics is to adopt the Science Teaching by Inquiry (EnCI) approach through Investigative Teaching Sequences (SEI) during classes, placing the student as the main part of the teaching process. In view of this, it becomes essential to understand the particularities of the biological knowledge present in these sequences. In this context, we hypothesize that biological knowledge in the early years of elementary school has specificities that influence the investigative approach and the development of SEI for this level of education. The central problem of this research is: what are the specificities of SEI for the early years of elementary school when they explore biological knowledge? Based on this, we aim to analyze the characteristics of SEI for the early years of elementary school that explore biological knowledge and their specificities. To this end, we adopted a qualitative research approach, divided into two stages. In the first, we conducted a bibliographical research, in which eight SEI were identified, based on a systematic literature review. At the same time, we conducted a continuing education course for teachers, in which participants produced two SEI focusing on biological knowledge. These sequences were also included in the analysis. During the course meetings, data were collected through logbooks, questionnaires and audiovisual recordings and, later, analyzed through the content analysis technique, according to Bardin. Our analysis was also divided into two parts. First, we identified how investigative activities are inserted in SEI. The activities were grouped into four categories: Interaction and group work, Practical Experience and Observation, Representation and Organization of Knowledge, and Reflection and Evaluation. We identified that SEI encourage collaboration among students, the use of experimental practices, recording of information, reading, handling of materials, the systematization of acquired knowledge, and critical reflection on the work developed. In the second part of the analysis, a detailed investigation of the specificities of biological knowledge present in SEI was carried out. The sequences were analyzed according to the characteristics of biology, considering the studies of Mayr (1998). This analysis allowed us to identify how these specificities influence the way biological content is worked, highlighting the importance of adapting pedagogical practices to reflect the dynamics and particularity of biological processes. We believe that SEI have great potential to promote scientific literacy in students. However, the study also identified gaps, such as the scarcity of sequences that discuss biological knowledge, as well as the need for teacher training. Future research can explore ways to expand the production of SEI in biology and evaluate the contributions of these sequences in the development of students' scientific skills over time.

Keywords: Science Teaching; Science Teaching through Research; Biological Knowledge; Investigative Teaching Sequences; Elementary Education.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características do Ensino de Ciências por Investigação propostas por estudiosos e pesquisadores da área	26
Quadro 2 – Síntese das correntes filosóficas: mecanicismo; vitalismo; organicismo; emergentismo	50
Quadro 3 – Áreas e Subáreas do Conhecimento Biológico	55
Quadro 4 – Temas da BNCC relacionados com os conhecimentos biológicos	61
Quadro 5 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 1º ano do Ensino Fundamental ...	62
Quadro 6 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 2º Ano do Ensino Fundamental ...	63
Quadro 7 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 3º Ano do Ensino Fundamental ...	63
Quadro 8 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 4º Ano do Ensino Fundamental ...	64
Quadro 9 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 5º Ano do Ensino Fundamental ...	65
Quadro 10 – Conteúdos abordados no curso de formação continuada	72
Quadro 11 – Protocolo adaptado a partir da pesquisa de Ramos, Faria e Faria (2014)	76
Quadro 12 – Organização dos dados encontrados nas SEI	84
Quadro 13 – Resumo das SEI produzidas durante o curso de formação continuada	86
Quadro 14 – Resumo das atividades encontradas nas SEI	90

LISTA DE SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
AIEF	Anos Iniciais do Ensino Fundamental
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CFBio	Conselho Federal de Biologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EC	Ensino de Ciências
EnECI	Encontro de Ensino de Ciências por Investigação
EnCI	Ensino de Ciências por Investigação
GPFPEC	Grupo de Pesquisa Formação de Professores em Ensino de Ciências
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RENOEN	Rede Nordeste de Ensino
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
SEICFC	Sequência de Ensino Investigativo Curso de Formação Continuada
SEMED	Secretaria Municipal de Educação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL VISANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.1.	Ensino de Ciências e Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	15
2.2.	Ensino de Ciências por Investigação: conceito, princípios, progressos e potencialidades	22
2.3.	Sequências de Ensino Investigativo: do planejamento à execução 29	
2.3.1.	O Problema	31
2.3.2.	Grau de Liberdade Intelectual	33
2.3.3.	Levantamento de conhecimentos prévios	34
2.3.4.	A elaboração e testagem de hipóteses.....	35
2.3.5.	A importância do erro no processo de aprendizagem.....	36
2.3.6.	O trabalho em grupo	37
2.3.7.	Ações manipulativas	38
2.3.8.	Sistematização do conhecimento	39
2.3.9.	Contextualização do Conhecimento Elaborado	40
2.3.10.	Avaliação	41
2.4.	Sequências de Ensino Investigativo: exploração prática e descobertas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	42
3.	A ORIGEM DA BIOLOGIA, ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS, AUTONOMIA E ORGANIZAÇÃO DO ENSINO	47
3.1.	Fundamentos Epistemológicos das Ciências Biológicas: a origem	47
3.2.	A unicidade da Biologia: o que há de específico na ciência da vida?	51
3.3.	Conhecimentos Biológicos: uma visão geral	55
3.4.	A presença dos Conhecimentos Biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental – um olhar para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	60
4.	PERCURSO METODOLÓGICO	68
4.1.	Características da Pesquisa	68
4.2.	Contexto e Participantes da Pesquisa	69
4.2.1.	Saberes Docentes Mobilizados na Construção de Sequências de Ensino Investigativo: o curso de formação continuada.....	71
4.2.1.1.	A produção das Sequências de Ensino Investigativo	74
4.3.	Instrumentos utilizados para a obtenção dos dados	75
4.4.	Em busca das Sequências de Ensino Investigativo com foco em Conhecimentos Biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: a Revisão Sistemática de Literatura	
4.5.	O processo de análise dos dados	79
4.5.1.	Análise das atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo com Conhecimentos Biológicos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental	81

4.5.2.	Em busca das especificidades dos Conhecimentos Biológicos presentes nas Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental	82
4.6.	Aspectos éticos e legais da pesquisa	83
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
5.1.	As Sequências de Ensino Investigativo	84
5.1.1.	Mapeamento dos trabalhos analisados: objetivos, metodologias e principais resultados.....	86
5.2.	Atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo com Conhecimentos Biológicos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.....	90
5.2.1.	Interação e trabalho em grupo	92
5.2.2.	Experiência prática e observação.....	95
5.2.3.	Representação e organização do conhecimento	97
5.2.4.	Reflexão e avaliação	100
5.3.	As especificidades dos Conhecimentos Biológicos encontradas nas Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.....	102
5.3.1.	Complexidade e organização	103
5.3.2.	Unicidade química.....	104
5.3.3.	Qualidade.....	107
5.3.4.	Unicidade e variabilidade	109
5.3.5.	Posse de um programa genético.....	111
5.3.6.	Natureza histórica	112
5.3.7.	Seleção natural	113
5.3.8.	Indeterminismo.....	114
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS	
	APÊNDICES	
	ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências (EC) nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (AIEF) objetiva não apenas decorar e reproduzir conceitos, e sim o aprimoramento da capacidade de questionamento e do pensamento crítico dos estudantes. Segundo Silva (2006) o EC deve promover a aquisição de conhecimentos como conceitos e fatos e incentivar no estudante atitudes científicas, habilidades e competências. Neste cenário, os conhecimentos biológicos, quando trabalhados ainda nessa fase de ensino, podem proporcionar o engajamento e despertar a curiosidade dos alunos, servindo como ponte para a compreensão de conceitos mais complexos e a interação com o mundo natural.

A Biologia, enquanto ciência autônoma, possui características próprias que a distinguem dentro das ciências naturais, incluindo a física e a química (Mayr, 1998; 2005). Nesse sentido, os processos que definem a Biologia, exigem formas de ensino que reflitam sua natureza dinâmica e complexa. A partir disso, os conhecimentos biológicos, com suas múltiplas abordagens, oferecem um vasto campo de estudo que pode enriquecer a experiência de ensino, preparando os alunos para lidarem com o cotidiano e se tornarem cidadãos conscientes e responsáveis.

Neste contexto, o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) é proposto como uma abordagem didática (Solino; Sasseron, 2015; Sasseron, 2015) promissora, que visa à Alfabetização Científica (AC) dos estudantes desde os primeiros anos da escolaridade. Podemos trabalhar o EnCI em diferentes aulas e disciplinas, com a utilização de materiais e conteúdos variados (Carvalho, 2011, 2013, 2018; Machado; Sasseron, 2012) e, além disso, é possível desenvolvê-lo em todas as etapas de ensino, inclusive nos AIEF, onde muitas vezes é trabalhado apenas as disciplinas de língua portuguesa e matemática (Miquelote; Favetta, 2007). Essa abordagem, centrada no estudante, pode estimular a exploração, a observação e a experimentação, permitindo que eles construam o conhecimento de forma ativa, por meio da investigação e da resolução de problemas.

A partir das características do EnCI temos a possibilidade de estruturar e planejar aulas por meio das Sequências de Ensino Investigativo (SEI). As SEI, segundo Carvalho (2018), é uma proposta didática que emprega atividades de

investigação para explorar temas ou conteúdos científicos em sala de aula. A partir delas, o professor pode oferecer aos estudantes a oportunidade de explorar a complexidade que existe dentro das ciências, permitindo entender a vida em suas diversas formas e reconhecer os processos científicos que permitem tal compreensão. Machado e Sasseron (2012) afirmam que, ao implementar uma SEI, o professor oportuniza o levantamento de hipóteses, pensamento, criação e exploração de várias formas de conhecimento, tudo a partir de um problema investigativo.

Sabendo que o ensino de ciências e biologia necessita ser trabalhado de diferentes formas, para que os estudantes se engajem e mantenham o interesse pela disciplina, nessa pesquisa, abordamos as características dos conhecimentos biológicos e buscamos elementos específicos da natureza da biologia na elaboração e implementação das SEI, uma vez que percebemos a baixa produção de sequências e atividades investigativas que discutam os conhecimentos desse campo das ciências (Moura; Fireman, 2023).

A proposta para essa pesquisa surge a partir de duas perspectivas, a pessoal e a profissional, considerando toda trajetória, onde pesquisas e trabalhos foram desenvolvidos com os pressupostos do EnCI e das SEI. Aqui, abro um espaço para escrever, resumidamente, sobre a minha carreira, com o intuito de justificar, de uma forma pessoal os encaminhamentos dessa tese. Sou formado em Licenciatura em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), no ano de 2017 e, durante a graduação, participei de projetos de extensão, iniciação à docência e iniciação científica com alunos dos AIEF. Findando a graduação, desenvolvi o trabalho de conclusão de curso realizando uma análise, com enfoque investigativo, em atividades experimentais de uma coleção de livros didáticos (Moura; Valois; Sedano, 2019).

No ano de 2018, ingressei no mestrado em Educação em Ciências da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e continuei trabalhando, mais fortemente, com o EnCI. Tive a oportunidade de participar de um curso de extensão voltado para a formação continuada de professores do ensino fundamental, no qual, abordávamos os pressupostos da abordagem didática. Minha pesquisa de dissertação surgiu a partir desse curso, onde trabalhamos com uma das professoras participantes e desenvolvemos, a partir da parceria professora/pesquisador, uma SEI e, em seguida, analisamos a construção do

conhecimento didático dessa professora. Na graduação e mestrado também tive a oportunidade de participar de eventos regionais e nacionais com a apresentação de pesquisas, além disso, tive a publicação de trabalhos em anais de eventos e artigos científicos em periódicos nacionais.

A justificativa acadêmica para realizar esta pesquisa surge após observações e estudos indicarem uma baixa disponibilidade de SEI com foco em conhecimentos biológicos, para os AIEF. Essa observação gerou curiosidade para investigar por que a produção desses recursos é menor em comparação com outras ciências. A partir disso, compreende-se que reconhecer as particularidades da Biologia é crucial para entender a interação entre SEI e os conhecimentos biológicos. Este entendimento pode oferecer contribuições significativas e promover reflexões importantes para a produção e implementação de SEI.

Com base nessas considerações, este estudo busca responder o seguinte **problema de pesquisa**: quais as especificidades das Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental que exploram conhecimentos biológicos?

Para responder a esse problema, tivemos como **Objetivo Geral**: Analisar as características das Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental que exploram conhecimentos biológicos e suas especificidades.

E, como **Objetivos Específicos**:

1. Investigar as particularidades dos conhecimentos biológicos e suas relações com o Ensino de Ciências;
2. Identificar como os conhecimentos biológicos são apresentados em documentos oficiais da educação brasileira e da profissão do biólogo;
3. Caracterizar as atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo que exploram conhecimentos biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental;
4. Analisar como as Sequências de Ensino Investigativo propõem o trabalho com as especificidades dos conhecimentos biológicos e para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental

A partir disso, acreditamos que as SEI para os AIEF, que exploram conhecimentos biológicos, possuem características específicas que influenciam no seu planejamento e implementação, considerando os elementos do EnCI. Essas características podem incluir desde atividades práticas a discussões que se alinham à natureza do conhecimento biológico. Portanto, defendemos a **tese** de que os conhecimentos biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, possuem especificidades que influenciam na abordagem investigativa e no desenvolvimento do SEI para esse nível de ensino.

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, iniciando com uma análise bibliográfica de SEI já publicadas, complementada por uma análise de SEI elaboradas por professores durante um curso de formação continuada. No primeiro momento, utilizou-se a Revisão Sistemática de Literatura para identificar as SEI voltadas ao Ensino Fundamental que discutissem conhecimentos biológicos. Em seguida, os professores participantes de um curso, que atuam na rede municipal de São Luís do Quitunde – Alagoas, elaboraram suas próprias SEI. A coleta de dados incluiu diários de bordo, questionários, gravações e imagens. A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016).

Mediante ao exposto, esta tese é organizada nas seguintes seções: inicialmente, em "O Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental Visando a Alfabetização Científica", discutimos a AC como objetivo central do EC e apresentamos o EnCI como uma abordagem didática essencial para o desenvolvimento de habilidades científicas, explorando as SEI e sua aplicação nos AIEF, por meio de exemplos práticos. Na segunda seção, "A Origem da Biologia, Aspectos Epistemológicos, Autonomia e Organização do Ensino", é feita uma introdução às principais áreas da Biologia, destacando-se sua organização e especificidades como ciência e a importância dos conhecimentos biológicos. Em seguida temos a apresentação do percurso metodológico adotado, os resultados e discussão e as considerações finais sobre o estudo.

Acreditamos que esta pesquisa tem o potencial de contribuir de várias maneiras para o Ensino de Ciências. Primeiramente, ao identificar e analisar as características específicas das SEI que tratam dos conhecimentos biológicos, o

estudo oferecer importantes discussões sobre como essas sequências são planejadas, implementadas e promovem o engajamento e a compreensão dos alunos, contribuindo para práticas pedagógicas mais eficazes e inovadoras. Além disso, os resultados fornecem caminhos para o desenvolvimento de materiais didáticos e de formação professores que enfatizem a importância da investigação no ensino de conhecimentos da biologia para crianças.

Como reflexos dos resultados almejamos a ampliação do interesse dos alunos pela Ciência e Biologia desde cedo, e prepará-los para o pensamento crítico e a solução de problemas, habilidades essenciais em todas as áreas do conhecimento.

2. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL VISANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Iniciamos esta seção abordando as principais ideias sobre a Alfabetização Científica (AC), destacando-a como um objetivo fundamental no contexto do Ensino de Ciências (EC). Em seguida, apresentamos o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), como uma abordagem didática, seu conceito, importância e contribuições para o ensino, bem como a relação com os conhecimentos científicos e as habilidades que podem ser desenvolvidas durante sua implementação. Neste contexto, discutimos as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) como uma organização de aulas com base nos pressupostos do EnCI e seus percursos que vão do planejamento à execução.

Por fim, apresentamos exemplos práticos da implementação de SEI nos AIEF. Esses exemplos ilustram como a abordagem pode ser implementada para oferecer aos estudantes experiências de aprendizagem onde possam construir seus conhecimentos em contato direto com características do fazer científico.

2.1. Ensino de Ciências e Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

A disciplina de Ciências, ainda vem sendo considerada, por muitos estudantes, como enfadonha, sem significado, incompreensível e/ou distante da realidade e do cotidiano. Krasilchick (2009) afirma que o EC, em geral, está sendo caracterizado como “livresco” e “memorístico”, ou seja, o livro didático é o único material utilizado, e a memorização continua sendo o principal foco. Isso acaba empobrecendo o processo de ensino e aprendizagem e distanciando os alunos de uma das principais metas, propostas pelos pesquisadores, estudiosos e documentos da área: a Alfabetização Científica.

Sabendo que o processo de ensinar Ciências ainda ocorre de maneira fragmentada, isolada e descontextualizada, fundamentando-se na transmissão de conhecimentos por meio de atividades de leitura, cópia e questionários no ambiente escolar, e, para que não se restrinja à simples transmissão de

conteúdo, é fundamental promover a interação entre diferentes culturas, atitudes e ações, fomentando a compreensão do conhecimento científico (Dominguini, *et al.*, 2012; Morales, 2014; Silva; Ferreira; Vireira, 2017; Benassi; Ferreira; Strieder, 2019; Rodrigues, *et al.*, 2023).

Lorenzetti (2023) aponta que o EC é fundamental nos dias atuais, pois as questões e desafios enfrentados pela humanidade demandam soluções fundamentadas nesse conhecimento científico. Sabendo disso, atualmente, muitas pesquisas, com diferentes objetivos educacionais, estão em busca de propor melhorias e contribuições para a discussão e implementação da AC para os alunos, desde a educação infantil, percorrendo por todo o processo da educação básica.

De acordo, Silva, Silveira e Lorenzetti (2023) apontam que no contexto do EC várias abordagens teóricas, metodológicas e epistemológicas indicam a busca por um ensino que favoreça a transformação dos pensamentos e ações dos alunos, visando a formação de cidadãos ativos, capazes de tomar decisões na sociedade em que estão inseridos.

Muitos materiais, metodologias, estratégias e abordagens didáticas são elaboradas, implementadas e reestruturadas com o intuito de proporcionar novas e melhores condições para que os estudantes consigam o entendimento sobre o que é apresentado em sala de aula, além do desenvolvimento de habilidades que se aproximam do fazer científico, prática comum no processo de AC, tais como: levantamento de hipóteses, análise de dados, investigação, pesquisa, reflexão sobre a prática e troca de saberes (Bahia; Moura; Fireman, 2024; Berto *et al.*, 2023; Santana; Fireman, 2023; Sedano; Carvalho, 2017; Carvalho, 2011, 2013; Machado; Sasseron, 2012; Sasseron; Carvalho, 2011; Krasilchick, 2009; Munford; Lima, 2007; Maués; Lima, 2006; Cachapuz, *et al.*, 2005).

A AC é um processo fundamental na formação de indivíduos e na construção de uma sociedade que valoriza o conhecimento, a compreensão e implementação dos conceitos elaborados pelos cientistas. Para Lorenzetti (2023), ela se constrói ao longo da educação, desde a infância até a idade adulta, com diferentes graus de complexidade e profundidade. Já Silva, Silveira e Lorenzetti (2023) afirmam que a AC deve ser discutida e promovida como uma maneira de evitar a alienação e incentivar o desenvolvimento crítico, autônomo e reflexivo das pessoas inseridas na sociedade.

Amar-Rodríguez (2021) ao debater sobre a importância da AC no cotidiano dos estudantes, destaca:

[...] a possibilidade de aplicá-la na vida cotidiana; por exemplo, sendo capaz de ler e interpretar uma notícia de caráter científico em um jornal ou relacionar um programa de televisão ou uma informação na Internet com o que acontece na vida diária. Pois, no fundo, é necessário saber interpretar esse conhecimento científico para compreender o mundo (Amar-Rodríguez, 2021, p. 10, tradução nossa).

Sasseron e Carvalho (2008) apresentam alguns termos, utilizados muitas vezes como sinônimos para definir a temática. As autoras destacam com base na literatura nacional os termos “Letramento Científico” e “Alfabetização Científica”, em espanhol “*Alfabetización Científica*”, em inglês “*Scientific Literacy*” e em Francês “*Alphabétisation Scientifique*”.

Nacionalmente, como vimos, a discussão está centralizada em dois termos. Sabendo disso e percebendo a importância das definições para a área, Bertoldi (2018, p. 13) foi em busca de responder a seguinte pergunta “alfabetização científica e letramento científico são uma variação de denominação ou uma diferença conceitual?”. Como respostas o autor identificou três grupos, a saber:

- Um grupo de estudiosos como Chassot (2003) e Sasseron e Carvalho (2011) considera alfabetização científica e letramento científico variações de denominação, influenciados pela visão freiriana de leitura crítica do mundo e preferem utilizar AC em seus trabalhos.
- Gomes e Santos (2018) distinguem entre alfabetização científica (compreensão e uso da linguagem científica) e letramento científico (prática social do conhecimento científico), mas essa distinção ainda carece de aprofundamento teórico.
- Autores como Cunha (2017), Davel (2017) e Santos (2007) negam a pertinência da metáfora entre alfabetização e educação científica, defendendo um letramento científico integrado ao ensino de ciência e linguagem, influenciados por estudos em ciências da linguagem.

Apesar da diversidade de terminologias encontradas, consideramos que sim, as definições revelam uma proximidade. De acordo com isso, Laugksch

(2000) argumenta que é inviável estabelecer uma definição absoluta de AC, pois sua concepção é contextualizada e dependente do ambiente em que é aplicada. No âmbito desta pesquisa, não buscamos uma visão definitiva e restritiva da AC – ou de seus sinônimos – mas sim explorar diversas possibilidades que se complementam, enriquecendo o entendimento desse conceito dinâmico, apresentando elementos que levem a uma compreensão ampla e flexível da AC, permitindo que diferentes olhares coexistam e ofereçam contribuições valiosas para o avanço do EC.

Krasilchick (1992) afirma que a AC é colocada como uma linha de pesquisa, no EC, voltada para a sua mudança, com o objetivo de formar o estudante para a cidadania. Lorenzetti e Delizoicov (2001) apresentam a AC como um processo que capacita os indivíduos para lidar com questões relacionadas à ciência, ampliando o conhecimento científico e contribuindo para o seu desenvolvimento integral, considerando aspectos sociais e culturais. Em consonância, Brito (2023) assinala a AC como um processo que auxilia nos processos de leitura, compreensão e interpretação dos fenômenos que é desenvolvida nos alunos a partir da participação em práticas e discussões que conectam a ciência e sociedade.

Sabendo disso, Amar-Rodríguez (2021, p.10, tradução nossa) aponta que “na sociedade atual, qualquer pessoa deve ter conhecimentos sobre a ciência para, segundo sua opinião, poder interagir com o mundo e entender o que acontece e, assim, começar a participar como cidadã”. Já Sasseron e Carvalho (2011) discutem a AC como um componente central no EC em todos os níveis da Educação Básica.

Oliveira e Fireman (2023) destacam que a importância atribuída à AC está evidenciada nas investigações atuais relacionadas ao Ensino de Ciências da Natureza. Nesse contexto a AC é compreendida também como importante uma vez que habilidades podem ser desenvolvidas nos estudantes em compreender e refletir sobre o impacto da ciência e tecnologia na vida dos cidadãos, permitindo-lhes participar de maneira crítica na sociedade em que estão inseridos. Sobre o ato de alfabetizar cientificamente os estudantes, Sasseron (2015) afirma que:

[...] ensinar Ciências, sob essa perspectiva, implica dar atenção a seus produtos e a seus processos. Implica oportunizar o

contato com um corpo de conhecimentos que integra uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas. Implica, portanto, não apenas reconhecer os termos e os conceitos canônicos das ciências de modo a poder aplicá-los em situações atuais, pois o componente da obsolescência integra a própria Ciência e o modo como dela e de seus conhecimentos nos apropriamos (Sasseron, 2015, p. 52).

Ainda sobre AC, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5) destacam que o objetivo não é de “treinar futuros cientistas, ainda que para isso possa contribuir. Objetiva sim, que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo”. Pizarro e Lopes Junior (2010) também discorrem sobre a AC, e destacam:

[...] a alfabetização científica como um processo que impõe às propostas de ensino de Ciências compromissos que superam o contato com noções e conceitos científicos, viabilizando a compreensão da dimensão pública da ciência a partir do acesso às informações, mas, em especial, fomentando repertórios de discussão, de reflexão e de posicionamentos críticos em relação aos temas que envolvem o trabalho da ciência, seus produtos, a utilização dos mesmos e os aspectos humanos, sociais e ambientais que circunscrevem tais trabalhos, seus produtos e a sua utilização (Pizarro; Lopes Junior, 2010, p. 113).

Para Driver *et al.*, (1999) a promoção da aprendizagem científica requer a imersão do aluno em um ambiente de novos significados, introduzindo-o a uma abordagem distinta de pensamento, observação e explicação - o método científico. Além disso, é essencial que o estudante esteja familiarizado com uma linguagem específica da cultura científica, diferente daquela comumente empregada no dia a dia. Já Chassot (2003) aponta que a AC ocorre quando o ensino das ciências possibilita aos estudantes compreenderem temas, procedimentos e valores. Isso os capacita a aplicar a ciência para melhorar a qualidade de vida, ao mesmo tempo em que são conscientizados sobre as limitações e consequências negativas do desenvolvimento científico, proporcionando oportunidades para escolhas responsáveis.

Mirando nosso olhar especificamente para os AIEF, percebemos que durante esse período as atividades de ensino estão voltadas principalmente no ensino da escrita, leitura e resolução de problemas matemáticos (Miquelote; Feveta, 2007). Esses conteúdos estão prioritariamente ligados às disciplinas de português e matemática, onde a alfabetização geralmente é centralizada. A

respeito disso, Fumagalli (1998) argumenta que ao ouvir que crianças pequenas não podem aprender ciências, vê essa afirmação como um sinal de incompreensão das características psicológicas do pensamento infantil e uma desvalorização da criança como sujeito social, e complementa:

Nesse sentido, parece que é esquecido que as crianças não são somente “o futuro” e sim que são “hoje” sujeitos integrantes do corpo social e que, portanto, têm o mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e na transformação do mundo que as cerca (Fumagalli, 1998, p. 15).

Por outro lado, Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam que é viável introduzir a AC desde os AIEF. Essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento da habilidade de leitura e escrita, e fornecer condições para que os alunos ampliem seu conhecimento crítico, científico, educacional e social. De acordo com isso, Fabricio e Martins (2019) reforçam a importância da AC e destacam também a melhoria e ampliação da escrita e leitura dos estudantes, a partir do estudo com fenômenos da natureza e do mundo que os cerca. Deste modo, é importante e necessário o investimento em formas de ensino que possam estimular “a autonomia e o protagonismo das crianças, e que promovam essa aproximação com a comunidade escolar” (Almeida; Nicoletti; Robaína, 2023).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já apresentavam essa proposta, desde 1997, onde afirmam a importância de relacionar as Ciências com a leitura e escrita: “[...] não se trata somente de ensinar a ler e a escrever para que os alunos possam aprender Ciências, mas também de fazer uso das Ciências para que os alunos possam aprender a ler e a escrever” (Brasil, 1997 p. 62).

A importância da discussão do EC com foco na AC, também já era indicada no documento para o Ensino Fundamental, como destaca o ciclo 1 e 2 de Ciências:

A formação de um cidadão crítico exige sua inserção numa sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado. Neste contexto, o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo. Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda,

para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais (Brasil, 1997, p. 15).

Para Viecheneski, Lorenzetti e Carletto (2012) a relação entre o EC e a introdução à AC nos AIEF propiciam a construção dos primeiros significados sobre o mundo, ampliando os conhecimentos dos alunos, sua cultura e sua capacidade de compreender e participar ativamente na sociedade em que estão inseridos.

Diversos estudos e pesquisas afirmam que a ação de ensinar não é uma tarefa fácil. Ensinar com foco na AC não é diferente. Cachapuz *et al.*, (2005) apontam que a atual demanda educacional consiste em alfabetizar cientificamente os alunos, de modo que estes sejam capacitados a tomar decisões e intervir de maneira responsável na sociedade que estão inseridos.

Sasseron (2008) afirma que existe a necessidade de um EC que vai além da transmissão de conceitos, incluindo a prática de "fazer ciência" com problemas autênticos, prática comum aos processos dos cientistas. Além disso, é essencial proporcionar aos estudantes uma compreensão pública da ciência, permitindo que discutam informações, reflitam sobre seus impactos na sociedade e meio ambiente, e possam posicionar-se criticamente diante dos temas trabalhados nas aulas. Nesse contexto, a educação científica assume um papel crucial na formação de cidadãos conscientes, capazes de participar democraticamente na sociedade. De acordo com isso, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5) apontam que "aumentar o nível de entendimento público da ciência é hoje uma necessidade, não só como um prazer intelectual, mas também uma necessidade de sobrevivência do homem".

No Brasil, a AC tem sido objeto de ampla discussão e é reconhecida como um dos alicerces fundamentais para o avanço tanto da educação quanto do desenvolvimento social do país. As competências essenciais para o desenvolvimento da AC nos estudantes encontram-se, inclusive, integradas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento oficial que estabelece as diretrizes para o sistema educacional brasileiro, desde os AIEF:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, apreender ciência

não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (Brasil, 2017, p. 273,).

Conforme apresentado, o texto enfatiza a importância do desenvolvimento da AC desde os primeiros anos, uma vez que durante essa etapa as crianças demonstram uma grande paixão pela exploração e descoberta. Sabendo disso, é nesse período que a AC deve ser iniciada, desempenhando um papel fundamental na formação de cidadãos conscientes, aproveitando o interesse, curiosidade e aptidão pelas descobertas deles.

2.2. Ensino de Ciências por Investigação: conceito, princípios, progressos e potencialidades

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) tem sido amplamente debatido na atualidade. Originário do termo "*inquiry*" ou "*enquiry*", comum na língua inglesa, e incorporado nos currículos americanos no final do século passado, graças ao filósofo John Dewey, que teve como base o método científico onde o aluno deve assumir um papel ativo na busca por respostas para questões do cotidiano. A prática desta abordagem para o EC tem passado por evoluções importantes, influenciadas pelos movimentos sociais, políticos e filosóficos que permeiam os processos educacionais.

No âmbito da literatura internacional, os estudos que apresentam a importância da relação do EC com práticas investigativas também têm sido amplamente explorados. De acordo, Strieder e Watanabe (2018) afirmam que o EnCI é uma temática com uma longa história e que possui uma polissemia nas pesquisas em Educação em Ciências.

Podemos encontrar discussões sobre o EnCI em trabalhos com a utilização de diferentes termos/nomenclaturas. Com base no estudo de Santana, Capecchi e Franzolin (2018), destaca-se os termos em inglês: "*Inquiry*"; "*Inquiry Based Problem*"; "*Inquiry Based Learning*"; "*Inquiry-Based Science Education*" e "*Inquiry-based instrucion*" (Anderson, 2002; Abd-ElKhalick *et al.*, 2004; Bayram, *et al.*, 2013; Veloso; Perumal; Vikneswary, 2013). E, em espanhol: "*Enseñanza por Investigación*" e "*Aprendizaje or Enseñanza por Indagación*" (Rodríguez;

León, 1995; Salas, 2010; Gómez-Martínez; Carvalho; Sasseron, 2015; Godoy; Segrra; Mauro, 2014).

Algumas pesquisas apontam referências aos parâmetros curriculares dos Estados Unidos (National Research Council, 2000) que enfatizam a importância do Ensino por Investigação, embora não seja a única forma de trabalho indicada. Abd-El-Khalick *et al.*, (2004) debatem sobre as possibilidades do trabalho com o Ensino de Ciências de forma investigativa em diferentes países. Os autores apresentam alguns termos discutidos e sistematizam o papel da “investigação”, no EC. A partir dessas características, pode-se destacar:

[...] processos científicos; método científico; abordagem experimental; solução de problemas; conceito de problema, formulação de hipóteses, planejamento de experimentos, coletar e analisar dados, e tirar conclusões; obter entendimentos conceituais; examinar as limitações de explicações científicas; estratégias metodológicas; conhecimento como “verdades temporárias”; trabalho prático; encontrar e explorar questões; pensamento independente; desenvolvendo habilidades criativas; e atividades práticas (Abd-El-Khalick *et al.*, 2004, p. 411. Tradução nossa).

Duschl e Bybee (2014, p. 2) abordam o EnCI com base na concepção de "*planning and carrying out investigations (PCOI)*", que pode ser traduzido como "planejamento e realização de investigação" e apresentam o modelo "5D" como uma alternativa para estruturar as atividades de pesquisa de forma organizada. Dentro dessa ideia, apresenta-se elementos como:

1. Decidir o que medir, observar e mostrar;
2. Desenvolver ou selecionar procedimentos/ferramentas para medir e coletar dados;
3. Documentando e registrando sistematicamente os resultados e observações;
4. Conceber representações para estruturar dados e padrões de observações; e
5. determinar se (1) os dados são bons (válidos e confiáveis) e podem ser usados como evidência, (2) ou novos dados são necessários, ou (3) uma nova investigação projeto ou conjunto de medições são necessários" (Duschl; Bybee, 2014, p. 5. Tradução nossa).

Berto *et al.*, (2023, p.636) afirmam que o processo do EnCI, com foco na AC, e com características que levam em consideração o “registro, avaliação e explicação dos fenômenos analisados contribui para o desenvolvimento de um processo de ensino contextualizado, assim como, para a autonomia e liberdade intelectual dos sujeitos envolvidos”.

Na última década, observa-se no Brasil alguns eventos que contribuíram para a consolidação do EnCI como uma importante área de pesquisas e estudos

nacionalmente. Como exemplos recentes destacam-se as três edições do Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI) – em 2017, 2020 e 2024 – além disso, periódicos importantes apresentam editoriais específicos com pesquisas da área, destacamos uma edição especial da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), uma das mais conceituadas e respeitadas na área de ensino no ano de 2018 e o Dossiê “Formação de professores e as atividades investigativas na Educação em Ciências” da Revista Temas e Matizes, em 2023. Esses, apresentaram a abordagem, suas características, pressupostos teóricos, dificuldades e possibilidades por meio de pesquisas.

A discussão tem ganhado cada vez mais espaço e destaque no cenário educacional. Muitas pesquisas buscam analisar as possibilidades, desafios, benefícios e estratégias relacionadas ao EnCI. A partir disso, destacamos alguns autores que dedicam parte de seus estudos para a área, tais como Carvalho e Gil-Pérez (1993), Carvalho (1998, 2013, 2018), Maués e Lima (2006), Munford e Lima (2007), Zômpero e Laburú (2011), Machado e Sasseron (2012), Sasseron (2015), Brito e Fireman (2016), Cleophas (2016), Sedano e Carvalho (2017), Moraes e Carvalho (2018), Moura, Valois e Sedano (2019), Tognon e Oliveira (2021), Suart e Marcondes (2022), Vidal, Jardim e Queiros (2022), Moura, Nunes e Sedano (2023).

Nos documentos oficiais nacionais, é possível identificar elementos essenciais que podem ser ampliados com base nas posições do EnCI. Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, destaca-se uma notável ênfase nas características investigativas:

É preciso oferecer oportunidades para que eles – os alunos –, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza (Brasil, 2017, p. 329).

Outro documento, mais antigo, porém ainda com grande utilização, são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nele, também encontramos uma

referência à abordagem didática do EnCI, reiterando a importância da investigação no contexto das aulas de Ciências, por meio de aulas capazes de:

[...] incentivar atividades de enriquecimento cultural; desenvolver práticas investigativas; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio; desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe (Brasil, 2002, p. 137).

Ghiggi, da Rosa e Vizzotto (2023), ao analisarem a produção acadêmica sobre o Ensino de Ciências nos AIEF, perceberam os resultados em relação às abordagens teórico-metodológicas indicam uma tendência em desenvolver estudos baseados na AC e no Ensino por Investigação. Segundo os autores as abordagens adotadas são notáveis, pois estão alinhadas com a legislação brasileira mais recente, a BNCC, que promove a articulação entre a AC e o ensino por investigação para abordar o Ensino de Ciências nos AIEF.

Pscheidt e Lorenzetti (2020) apontam que é cada vez mais necessário o desenvolvimento de propostas de ensino inovadoras, atraentes e significativas para que os alunos possam aprender, indo ao encontro do que Berto *et al.*, (2023, p. 653) aponta, onde o EnCI é apresentado como uma proposta de organizar aulas com “o potencial de despertar o interesse dos educandos para a aprendizagem em Ciências de forma significativa, partindo de problemas do cotidiano, os quais despertam mormente a curiosidade dos estudantes”.

Em paralelo a isso, o EC passou, e continua passando, por diversas transformações e atualizações ao longo do tempo e é clara a “mudança de foco no processo de ensino em que a aprendizagem dos conteúdos torna-se uma aprendizagem que inclua práticas científicas e epistêmicas pela promoção de participação ativa e intelectual dos estudantes” (Sasseron, 2018, p. 1081-1082).

Rodrigues e Borges (2008) concordam com a afirmação e apontam que o EnCI também segue esses avanços, sendo que, historicamente, o ensino por investigação possui influências que surgem da filosofia de Dewey até as contribuições do biólogo Schwab. Esses processos culminaram na relevância da temática pela comunidade acadêmica, principalmente ligada ao EC, reafirmando a ideia de que a investigação deve ir muito além de um conteúdo, mas da forma em que este pode ser abordado em sala de aula, e o real significado para quem está envolvido no processo de aprendizagem.

Pesquisas importantes sobre o EnCI contribuíram significativamente para o aprimoramento do EC. Nesse contexto, Carvalho *et al.* (1998), Zômpero e Laború (2011), Sasseron (2015), Solino, Ferraz e Sasseron (2015), afirmam que o ensino por investigação não é apenas uma “estratégia metodológica” e sim uma “abordagem didática” que pode ser trabalhada em diferentes aulas, com conteúdos variados, a partir do desenvolvimento de diversas atividades.

À medida que as pesquisas sobre o EnCI se tornam mais proeminentes na literatura, percebe-se a coexistência de várias visões relacionadas, embora apresentem nuances distintas. Com base no trabalho de Wartha e Lemos (2016) organizamos a quadro abaixo (quadro 1) com algumas dessas perspectivas:

Quadro 1. Características do Ensino de Ciências por Investigação propostas por estudiosos e pesquisadores da área

Autores(as) Ano de publicação	Perspectivas do EnCI
Aulls e Shore (2008)	Resolução de problemas
Schwartz e Crawford (2006)	Atividade Científica
Pérez (1993)	Quando os estudantes são envolvidos em atividades de investigação podem reconhecer problemas e usar estratégias pessoais, coerentes com os procedimentos da ciência, na sua resolução
Gil-Perez (1993)	As atividades de investigação devem apresentar características como: propor aos estudantes situações problemáticas abertas; favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância das situações-problema apresentadas; [...] contemplar as implicações CTS do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas.
Ernest (1996)	O conceito de investigação é problemático, primeiro porque descreve um processo: a ação de investigar, a procura, exame sistemático, inquisição, pesquisa personalizada e cuidadosa. Segundo porque trata de um processo gerador de novas questões, o que poderá alterar o foco da atividade, podendo ser um fator limitante da abordagem investigativa.
Newman <i>et al.</i> , (2004)	As atividades de investigação devem envolver o uso de evidência, lógica e imaginação na elaboração de explicações sobre o mundo natural.
Carvalho (2006)	Uma atividade investigativa não pode se reduzir a uma mera observação ou manipulação de dados – ela deve levar ao estudante a refletir, a discutir, a explicar e a relatar seu trabalho aos colegas
Wellington (2000)	As atividades de investigação devem ser pensadas, planejadas de diferentes maneiras variando o grau de abertura e de orientação. Algumas têm uma resposta correta, outras não.

Fonte: Wartha e Lemos (2016, p. 7-8).

Sabendo disso, é essencial determinar qual perspectiva será abordada nesta pesquisa. De acordo com Carvalho (2018), o ensino por investigação é

caracterizado como um processo no qual o professor proporciona oportunidades aos alunos do método, durante as aulas, para:

[...] pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (Carvalho, 2018, p. 766).

É com a ideia de ensino por investigação, conforme descrito por Carvalho (2018), que direcionamos essa pesquisa. Nesse cenário, ficam evidentes as possibilidades do EnCI, e é perceptível que o sucesso da abordagem é derivado de uma junção de vários fatores. Sasseron (2015, p. 64) aponta que o EnCI “só se concretiza efetivamente pelas interações ocorridas entre professor, alunos, materiais e informações”.

Sabendo disso, alguns pontos devem ser levados em consideração no momento de planejamento e organização das SEI, o que pode influenciar diretamente no progresso da implementação das atividades. O professor, deve levar em consideração os conhecimentos dos estudantes e ter entendimento de ir além dos conteúdos abordados. De acordo com isso, Sasseron (2013) o Ensino de Ciências que trabalhamos na sala de aula deve transcender uma lista de conteúdos pré-programados e proporcionar aos estudantes uma experiência que engloba características da comunidade científica, tais como a capacidade de investigar, interpretar e debater ideias.

Outro ponto importante é o ambiente criado para que os alunos possam se envolver nas atividades propostas, sobre isso, Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que é fundamental a organização desse ambiente investigativo, onde o estudante possa, gradativamente, ampliando a sua cultura científica. Para que o EnCI seja implementado de forma eficaz, é fundamental que o professor tenha uma formação e esteja preparado didático/pedagogicamente (Moura, 2020) para direcionar os alunos no processo de construção de seus conhecimentos nas atividades propostas. De acordo com isso, Rivero *et al.*, (2017, p. 31. Tradução nossa) o ensino por investigação é um processo complexo e é necessário que os docentes possuam um conhecimento “rico, profundo e integrado de cada um de seus componentes”.

Outra característica interessante é a participação e interação do aluno no processo de implementação das SEI. Segundo Moraes e Carvalho (2018) as

atividades investigativas devem despertar e estimular e a curiosidade nos estudantes. Além disso, o EnCI deve incentivar, entre tantas outras habilidades, o desenvolvimento da investigação, pesquisa, curiosidade, participação e senso crítico dos alunos.

Ao observar essas características específicas, torna-se evidente como a adoção das atividades propostas pelo EnCI podem ser desafiadoras e, ao mesmo tempo, transformar significativamente a forma como os alunos interagem com o conhecimento científico.

Entre os personagens principais, nesse cenário, destaca-se o *professor* oportunizando momentos de curiosidade e direcionando as atividades propostas. Segundo Moura (2020, p. 20) “é importante que os alunos tenham a oportunidade de realizar pesquisas, criar e tirar dúvidas relacionadas ao seu cotidiano e, com aulas e atividades investigativas, eles poderão exercer essas e outras habilidades”. Para tanto é fundamental que o professor tenha suporte, formação e habilidades de direcionamento durante a proposição das atividades.

O segundo personagem que merece destaque é o *aluno*, desempenhando um papel fundamental para o desenvolvimento de qualquer atividade investigativa. Para Sasseron (2015) é a partir do envolvimento do aluno com o que é proposto pelo professor que uma atividade que seria algo burocrático, para cumprir um roteiro, pode ser transformada em uma tarefa que realmente gere aprendizado sobre os conceitos e sobre o que é Ciências.

Ao longo do tempo, uma quantidade significativa de pesquisas tem se dedicado a análise de possibilidades e desafios do EnCI enquanto abordagem didática. É relevante salientar que muitos estudiosos também realizam análises para identificar conexões entre o EnCI e teorias de aprendizagem, metodologias de ensino e competências fundamentais para o desenvolvimento educacional.

A pesquisa de Brito e Fireman (2016, p. 123) apresenta que seu “estudo aponta o ensino de ciências por investigação como uma prática pedagógica que facilita a alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental”, trazendo importantes discussões sobre a AC e sua relação com o EnCI. Já Moura e Sedano (2020) apresentam uma contribuição sobre os processos de construção do conhecimento didático de uma professora ao desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativo, com base no EnCI.

O trabalho de Franco e Munford (2020, p. 687) analisa, a partir de atividades investigativas, “como estudantes construíram discursivamente articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico”. Sasseron (2018, p. 1063) traz uma discussão sobre como as ciências figuram na BNCC a autora teve como objetivo “analisar como as ciências figuram no novo documento curricular nacional, a Base Nacional Comum Curricular”.

Já Silva, Nascimento e Rebeque (2022) apontam o Ensino por Investigação, principalmente nas aulas de Ciências, como uma oportunidade de superar o modelo educacional propedêutico, que historicamente se caracteriza pela transmissão de conteúdo científico de forma desvinculada da vida dos alunos. Solino e Gehlen (2014, p.75) investigaram “possíveis contribuições da conceituação científica no contexto de uma proposta didático-pedagógica de Ciências/Física baseada nas relações entre a Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação”.

Com base em todas as discussões apresentadas até aqui, torna-se evidente a ampla gama de possibilidades do EnCI e de suas relações com outras áreas de pesquisa. Para que as características propostas pela abordagem sejam implementadas, é crucial estabelecer uma organização sólida e uma estrutura bem definida nas aulas. É a partir desse contexto que surgem as Sequências de Ensino Investigativo, as quais serão detalhadas com mais profundidade na próxima subseção.

2.3. Sequências de Ensino Investigativo: do planejamento à execução

Com base nas ideias propostas pelo EnCI, pesquisadores estruturaram as atividades de maneira organizada, com o objetivo de desenvolver suas habilidades. A partir disso, surgem as Sequências de Ensino Investigativo (SEI). Neste trabalho discute-se a definição proposta por Carvalho (2013; 2018). As SEI podem ser consideradas como:

Sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico de programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e

adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados em gerações anteriores (Carvalho, 2013, p. 9).

Organizar a abordagem didática do EnCI em SEI permite que os professores preparem os conteúdos de forma lógica e progressiva, garantindo aos alunos uma compreensão concreta e gradual dos conteúdos trabalhados. No senso comum quando mencionamos o termo “investigação”, relaciona-se a palavra com experimentos, pesquisa, coleta e análise de dados, e até mesmo ficção científica e séries criminais. No entanto, o conceito apresentado na abordagem do EnCI, é mais amplo e capaz de desenvolver habilidades essenciais do saber científico nos estudantes.

Moura (2020, p. 19) afirma que o EnCI pode e deve ser trabalhado com diversos tipos de atividade, tais como: “atividades práticas; experimentais; de campo; de laboratório; de demonstração; de pesquisa; com bancos de dados; de avaliação de evidências; de leitura de um texto; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa; entre outros”. Uma vez que bem estruturada, essas atividades podem proporcionar aos estudantes habilidades próximas do saber científico. Porém, não é uma tarefa fácil, uma vez que essa abordagem de ensino possui tantas possibilidades.

Sasseron (2013) aponta que o planejamento de atividades investigativas deve levar em consideração os materiais, os conhecimentos iniciais dos estudantes, os problemas, que darão norte à pesquisa, e o gerenciamento da aula. Silva, Nascimento e Rebeque (2022) concordam e destacam que ao desenvolver uma SEI, é necessário que os professores elaborem um planejamento didático alinhado com os princípios do Ensino por Investigação, criando assim as condições iniciais para que os estudantes possam avançar em direção à AC. Assim, o EnCI visa transformar o processo de aprendizagem numa experiência envolvente, colocando os alunos em contato direto com a construção de seus conhecimentos.

A partir disso, alguns autores como: Carvalho (2013; 2018), Trivelato e Tonidandel (2015) Munford e Lima (2007); Carvalho (2011, 2013); Moura, Valois e Sedano (2019); Moraes e Carvalho (2018); Brito e Fireman (2016); Santos e Galembeck (2018); Zômpero e Laburú (2011); Moura (2020), apresentam em

suas pesquisas algumas etapas fundamentais no planejamento e execução de uma SEI.

Como exemplos dessas etapas citamos: o problema; as ações intelectuais; o levantamento de conhecimentos prévios; o trabalho em grupo; a manipulação de materiais; o levantamento e teste de hipóteses; a consideração do erro no processo de aprendizagem; o grau de liberdade intelectual, a sistematização de ideias; a contextualização; entre outros.

A seguir, com base nos autores citados anteriormente, destacamos e descrevemos as particularidades de cada uma dessas fases do planejamento das SEI, passos esses que o professor, enquanto mediador do processo de implementação da SEI deve seguir.

É importante ressaltar que, embora essas etapas sejam essenciais, não é obrigatório que todas as SEI sigam rigorosamente essa proposta. Vamos apenas mencionar as características, deixando ao professor a decisão sobre como conduzir, inclusive a ordem de execução do trabalho.

2.3.1. O Problema

O problema, questão problema, situação problema, o desafio – encontramos essa etapa com diferentes nomenclaturas – desempenha um papel essencial em todas as atividades que se baseiam em princípios construtivistas, sendo essencial para o desenvolvimento de qualquer uma delas.

Segundo Moraes e Carvalho (2018) as atividades investigativas devem considerar problemas que estejam próximos à realidade dos estudantes e “se constituam problemas reais e desafiadores, com a orientação do professor” (p. 211). Para Moura, Valois e Sedano (2019, p. 146) “as atividades investigativas devem propor aos estudantes oportunidades de participarem ativamente na construção dos seus conhecimentos”. É por meio do problema que pode-se desencadear essas ações.

Carvalho (2013) aponta a importância do problema, seja ele experimental – comumente utilizado em SEI – ou não experimental (como uma figura, notícia, ou até mesmo ideias levantadas pelos alunos). A autora afirma que seja ele de qual tipo for, é essencial que o problema permita que os alunos possam:

seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (Carvalho, 2013, p. 10).

Ampliando a discussão sobre a importância do problema nas atividades investigativas, Carvalho (2018) destaca que um bom problema:

Dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo; dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo; dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem; dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar; quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (Driver; Guesne; Tiberghien, 1985), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos; passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica); construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis) (Carvalho, 2018, p. 771-772).

Brito e Fireman (2016) afirmam que o professor deve propor um problema durante a aula e organizar tempo e espaço para que os alunos elaborem, testem e observem suas hipóteses, discutindo e interpretando seus resultados, socializando-os de forma argumentativa. Como percebe-se a partir de um problema bem elaborado, diversas habilidades podem ser desenvolvidas, iniciando o processo de construção de conhecimento dos estudantes.

As autoras Trivelato e Tonidandel (2015, p. 108) apontam que o papel do professor é fundamental, pois é ele que atua “recuperando conhecimentos já estabelecidos, dirigindo o foco de atenção dos alunos, oferecendo condições e produzindo estímulos adequados, poderá situar questões-problema em processos que chamamos de investigação guiada pelo professor.” Com foco no envolvimento e participação dos alunos, Santos e Galembeck (2018) atribuem a importância de um problema bem elaborado ao maior engajamento dos estudantes nas atividades, uma vez que eles se sentem pertencentes à investigação.

De acordo com isso, Ferraz e Sasseron (2017) destacam a importância do professor nesse processo. Segundo os autores, é o professor:

[...] quem propõe um problema para investigação e o torna mais complexo com base nos entendimentos apresentados por seus alunos,

orientando-os de forma que possam aproximar suas compreensões e explicações aos conceitos científicos socialmente aceitos naquele momento, promovendo a discussão e o debate de hipóteses, e solicitando que as conclusões proferidas sejam ancoradas em outros conhecimentos previamente estabelecidos e conhecidos pelos alunos. (Ferraz; Sasseron, 2017, p. 4).

Solino e Sasseron (2018) ampliam o debate e apontam que os problemas podem surgir de duas formas:

Os problemas didáticos que são elaborados previamente pelo professor para serem trabalhados em sala de aula, cujo critério de seleção é conceitual e os novos problemas que surgem no decorrer da implementação da atividade, isto é, emergem das interações entre aluno-aluno e aluno-professor (Solino; Sasseron, 2018, p.124).

A partir disso, reiteramos a importância do problema nas SEI, pois quando bem formulado, ele pode direcionar o processo de pesquisa, estimula a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes e promove a descoberta ativa do conhecimento. Além disso, um problema desafiador e relevante desperta o interesse dos alunos, tornando o aprendizado mais envolvente, dando um real significado ao que está sendo estudado.

2.3.2. Grau de Liberdade Intelectual

O professor, pode e deve instigar, auxiliar, acompanhar e orientar os estudantes nos processos investigativos, considerando as habilidades propostas pelo EnCI. Para que isso aconteça é necessário que o docente oportunize aos estudantes atividades em que eles possam desenvolver a sua liberdade intelectual e “a partir de um questionamento, consigam levantar hipóteses, testá-las, interpretá-las e tirar suas próprias conclusões, além de fazer a contextualização e aprofundamento dos conhecimentos científicos” (Moura, 2020, p. 19).

Carvalho (2018, p. 788) afirma que “a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema”. Sobre isso, compreende-se que o professor deve buscar meios de equilibrar cuidadosamente o nível de liberdade intelectual concedido aos alunos com a formulação precisa e a exigência do problema. Isso envolve diferentes questões no âmbito escolar, e um dos pontos principais é a relação professor/aluno.

Os professores, ao implementarem as SEI, devem proporcionar aos estudantes a liberdade para que eles busquem significado e respostas para os problemas apresentados. Segundo Zômpero e Laburú (2011, p. 78-79), esse é um dos pontos que diferencia as atividades investigativas daquelas de mera demonstração e “transmissão” de conhecimento. Nesse sentido, as “Atividades Investigativas no Ensino de Ciências por fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas” (Zômpero; Laburú, p. 78-79, 2011).

Então, de acordo com Trivelato e Tonidandel (2015), é importante que haja um equilíbrio entre a liberdade dos estudantes para construir suas próprias ideias e a orientação do professor para que eles possam progredir no processo de construção do conhecimento. Sabendo disso, Carvalho (2018) aponta que quando o professor oferece a liberdade intelectual, onde os alunos podem se expressar sem repressão, levantar suas opiniões, argumentar e raciocinar, eles estarão sendo introduzidos no universo da cultura científica.

2.3.3. Levantamento de Conhecimentos Prévios

Assim como o problema, o levantamento dos conhecimentos prévios – concepções alternativas; conhecimentos iniciais [...] – dos alunos estão presentes em todas as propostas construtivistas. Identificá-los é de fundamental importância para o professor durante os encaminhamentos das SEI. Essa prática permite a compreensão do ponto de partida da turma em relação ao tema apresentado. Para Carvalho (2013) é a partir dessa ação que o professor pode compreender os saberes que os alunos já possuem e como aquilo pode ser aproveitado durante o trabalho nas atividades investigativas. Ainda sobre a importância dos conhecimentos prévios, Carvalho (2012) afirma que as atividades investigativas devem propor que os estudantes possam:

[...] trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2012, p. 09).

Ao reconhecer o que os alunos já sabem, o professor pode criar conexões entre os conhecimentos e os conceitos científicos, enriquecendo a compreensão dos estudantes. Moraes e Carvalho (2017) afirmam que os alunos, durante as atividades, precisam relacionar os conceitos estudados para que consigam entender o tema discutido. Para isso, é fundamental que o professor identifique as ideias que os alunos possuem já sobre o que está sendo trabalhado, para que a partir disso possa dar novos significados aos termos científicos.

2.3.4. A elaboração e testagem de hipóteses

A elaboração de hipóteses, e a possibilidade de testá-las, é uma etapa fundamental nas atividades investigativas. Sabe-se que a hipótese é baseada num conhecimento prévio e/ou raciocínio lógico, e serve como ponto de partida para investigações mais aprofundadas. Segundo Santos e Galembeck (2018):

hipóteses elaboradas pelos alunos, quando ancoradas em propostas investigativas reais, problemas motivadores e encaminhamentos metodológicos condizentes, possuem um potencial ímpar na construção e reconstrução do pensamento e na elaboração mental de respostas, justificativas e conceitos que se aproximam das teorias formuladas cientificamente (Santos; Galembeck, 2018, p. 884).

Como posto anteriormente, o EnCI tem como um de seus objetivos formar cidadãos alfabetizados cientificamente. Algumas de suas habilidades tem como objetivo a busca por respostas, por meio de pesquisas e reflexões. Dentre essas, destacamos a elaboração e testagem de hipóteses. Segundo Moraes e Carvalho (2018, p. 412), essa ação “busca por respostas às questões propostas, exploração e investigação de fenômenos por meio da manipulação de materiais, observação e desenvolvimento de explicações sobre as experiências vivenciadas”.

As hipóteses, construídas e mencionadas numa SEI, possuem um importante papel no desenvolvimento das atividades. Segundo Trivelato e Tonidandel (2015) as hipóteses são importantes nos dois lados. Tanto pelos alunos, que elaboram uma possível resposta/explicação para a atividade, como também contribuem para o trabalho do professor, apresentando elementos capazes de reestruturar as ações, quando necessário. As autoras reiteram que “sem conhecer a hipótese do aluno, tanto o professor quanto o próprio estudante

teriam mais dificuldade para acessar as concepções prévias sobre o tema” (Trivelato; Tonidandel, 2015, p. 109), fazendo uma ligação direta com a etapa anterior – levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes – demonstrando, mais uma vez, a complementaridade existente no EnCI.

Nessa etapa, o papel do professor é, de fato, o de um observador atento e orientador. Ele deve proporcionar um ambiente favorável para que os estudantes explorem, questionem e formulem hipóteses, dando-lhes espaço para trabalharem de forma independente. Nem sempre as hipóteses dos estudantes obterão um bom resultado para o problema lançado. Nesse ponto, Carvalho (2013) afirma que as hipóteses “erradas” também possuem uma importância no processo de construção de conhecimento. Isso nos direciona para a próxima característica do EnCI: a importância do erro no processo de construção de conhecimento dos estudantes.

2.3.5. A importância do erro no processo de aprendizagem

Iniciando esta etapa, é fundamental fazer referência à anterior, na qual exploramos o levantamento e testagem de hipóteses. Nesse contexto, é relevante destacar a importância do erro no processo de aprendizagem. Carvalho (2013), aponta que:

As hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina [...] e muito (Carvalho, 2013, p. 11-12).

A autora ressalta a importância essencial dos erros e das hipóteses que não se confirmam durante o processo de construção do conhecimento. Ao considerar que os resultados negativos também têm um papel fundamental, Carvalho destaca o valor do erro como uma ferramenta educacional essencial para a aprendizagem dos estudantes.

Brito e Fireman (2016, p. 144) perceberam que o EnCI promove uma certa autonomia nos estudantes. Segundo os autores, “essa atitude ficou clara a partir do momento em que os alunos, [...] interferiram em situações e opinaram em discussões sem medo de errar” Essas ações só são desenvolvidas quando os estudantes se sentem à vontade para errar e aprender com o erro.

Neste processo, é essencial que o professor se afaste temporariamente – a ideia não é abandonar a turma, mas sim observar o trabalho dos alunos – permitindo que os estudantes se sintam à vontade para elaborar e testar suas ideias, sem medo de errar. Nesse contexto, o trabalho em grupo pode ser uma ferramenta valiosa para auxiliar nessa etapa.

2.3.6. O trabalho em grupo

O trabalho em grupo, é uma ação importante que o professor pode fazer para desenvolver a aproximação e o desenvolvimento de habilidades do EnCI, em sala de aula. É por meio dessa organização que os membros dos grupos podem explorar e compartilhar ideias, hipóteses e pensamentos, resolvendo os problemas propostos de maneira mais eficaz, enriquecendo a compreensão coletiva. Diante disso, Almeida e Malheiro (2022) apontam que o EnCI estimula a interação social entre os participantes, favorecendo a argumentação, promovendo a resolução de problemas e a aprendizagem de forma coletiva.

Nesse contexto, Scarpa e Silva (2013) afirmam que por meio da realização de trabalhos em grupo, as investigações oferecem uma oportunidade para que mesmo os alunos com dificuldades de aprendizagem possam construir significado durante as aulas de Ciências. Isso acontece por meio de aproximações de desenvolvimento de cada um, permitindo que eles comecem a compreender e internalizar conceitos e processos científicos. Portanto, pensamos que o trabalho em grupo, quando aplicado de maneira eficaz, tem o potencial de facilitar a formação dos estudantes, promovendo o desenvolvimento através dessas interações.

Carvalho (2018, p. 769) afirma que “Um grupo pode errar, mas poderá ser o grupo que mais vai aprender, pois os alunos deste grupo terão de refazer o raciocínio buscando onde cometeram o engano.” Mais uma vez, percebe-se as ligações entre as etapas, nesse caso afirmamos que as hipóteses podem ser elaboradas individualmente, bem como em grupo e isso quem definirá será o professor. Para Moura (2020) o trabalho em grupo pode favorecer tanto a relação e a troca de conhecimentos entre os estudantes como também a organização da turma e das atividades.

Sedano e Carvalho (2017) enfatizam que o trabalho em grupo promove a construção efetiva e o fortalecimento das relações sociais, e cria um ambiente onde os estudantes se sintam mais à vontade para expressar suas opiniões. Além disso, essa abordagem permite que eles relacionem os conteúdos estudados com suas experiências cotidianas, facilitando a troca de conhecimento entre os colegas. Essa é uma prática, amplamente aceita no meio acadêmico e deve ser incentivada nas atividades propostas pelas SEI.

Carvalho (2013, 2018) sugere uma estrutura que divide as atividades em dois tipos de grupos: pequenos, compostos por até 5 alunos, e grandes, englobando toda a turma. Nos grupos menores, a interação e a troca de conhecimentos entre os estudantes são mais frequentes, o que beneficia a organização da turma e permite um acompanhamento mais próximo por parte do professor. Por outro lado, as atividades realizadas em grupos maiores são direcionadas para a sistematização, a relação com o cotidiano e o aprofundamento, aspectos que serão explorados com mais detalhes posteriormente.

2.3.7. Ações manipulativas

Essa etapa, muito presente em atividades experimentais, pode ser trabalhada de diferentes formas. Segundo Moura (2020) a manipulação de materiais dentro da proposta do EnCI vai além da realização de um experimento. Para o autor deve-se considerar como uma manipulação:

[...] o manuseio, leitura, análise e observação a partir do levantamento e teste de hipóteses, entre outras formas que podem e devem ser realizadas durante uma atividade investigativa, que levem o aluno a dar significado ao que está sendo trabalhado (Moura, 2020, p. 23).

As ações manipulativas desempenham um papel essencial no EnCI. A partir delas os estudantes encontraram, a partir da prática a oportunidade de explorar, experimentar e descobrir conceitos científicos de forma direta. Essa abordagem pode auxiliar os alunos no processo de internalização do conhecimento, uma vez que envolve todos os sentidos.

Carvalho (2013) destaca que o EnCI deve seguir uma série de etapas que permita aos alunos progredirem da ação manipulativa para a intelectual. Isso implica em estruturar o pensamento dos estudantes e encorajá-los a apresentar

argumentações que possam ser discutidas em sala de aula com os colegas. A autora ainda afirma que a passagem da ação manipulativa à intelectual deve ser feita com a ajuda do professor, que irá levar o estudante a compreender o que foi feito e tomar consciência de suas ações. De acordo, Brito e Fireman (2016), demonstram por meio de uma atividade investigativa, que a passagem da ação manipulativa para a intelectual ocorre a partir do desenvolvimento de raciocínios e ideias para explicar o que fizeram, tomando consciência de suas ações.

É fundamental destacar que manipular materiais não é suficiente para desenvolver a criticidade e compreensão do que está sendo apresentado nas SEI. Sabendo disso, Trivelato e Tonidandel (2018) apontam que além de abordar aspectos práticos como a observação, manipulação e experimentação, é essencial que as atividades investigativas desenvolvam aspectos como a reflexão, discussão, explicação e análise, características próprias do EnCI.

2.3.8. Sistematização do conhecimento

No contexto do EnCI, envolvendo atividades com várias etapas, conhecimentos e aprendizados, torna-se fundamental a ocorrência de um momento de sistematização dos conhecimentos adquiridos. “Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto” (Carvalho, 2013, p. 9).

É aqui que percebemos, na maioria das vezes, a concretização da passagem das ações manipulativas (etapa anterior) – quando os estudantes entram em contato com o objeto de estudo – para as ações intelectuais – quando, por meio de perguntas do tipo “como isso aconteceu?” eles começam a justificar, indo em busca de termos próprio das ciências. Sobre isso, Carvalho (2013) aponta:

Nesta etapa o papel do professor é muito importante. A aula, neste momento, precisa proporcionar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado (Carvalho, 2013, p. 12).

A sistematização, a depender da atividade pode ser feita de forma individual – o aluno sozinho com suas ideias sendo colocadas num papel, por exemplo. E de forma coletiva – quando em grupos, o professor consegue organizar as ideias da turma. Sobre isso, Moraes e Carvalho (2018, p. 434) afirmam que o trabalho em pequenos grupos “favorece momentos de discussão entre os colegas” e a sistematização também pode ser feita de forma mais ampla, com muitos alunos, “desde que o professor estimule a participação de todos”.

2.3.9. Contextualização do conhecimento elaborado

Consideramos esta etapa como a responsável por permitir aos alunos conectar-se às informações adquiridas com situações reais e práticas. Neste momento, os conceitos trabalhados se encontram com as vivências do cotidiano, fornecendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos científicos, tornando o ensino de Ciências uma experiência enriquecedora e aplicável ao mundo real.

Para Munford e Lima (2007, p. 15), nessa etapa, “o professor pode introduzir, ele mesmo, conceitos e teorias cientificamente aceitos, ou os alunos podem explorar fontes disponíveis com diferentes níveis de autonomia”. Conforme destacado por Carvalho (2013), é possível enriquecer as atividades de contextualização social do conhecimento por meio da utilização de textos científicos, assim como na etapa anterior (sistematização). Esses materiais são notavelmente ricos, pois introduzem os alunos às ideias e aos processos empregados pelos cientistas, podendo despertar o senso crítico e social dos alunos.

Sobre o trabalho realizado no momento de contextualização dos conhecimentos, Carvalho (2013) destaca:

[...] O trabalho a ser realizado em sala de aula deve obedecer às mesmas etapas já apresentadas: a discussão em grupo pelos alunos; a abertura das discussões com toda a classe, coordenada pelo professor, e a escrita individual pelos alunos em seus cadernos. (Carvalho, 2013, p. 16).

É importante e necessário que as etapas das SEI estejam sempre em conformidade com o que é apresentado na abordagem didática do EnCI. Como apresentamos anteriormente, essas características nem sempre precisam ser

realizadas numa sequência linear. No entanto, é crucial notar que as atividades de contextualização devem ser reservadas para o encerramento das sequências didáticas. Isso se justifica pelo objetivo de estabelecer conexões entre os tópicos previamente discutidos, debatidos, treinados, experimentados e investigados, bem como seus resultados concretos, e a aplicação prática no cotidiano dos alunos.

As SEI representam um modo de trazer para a sala de aula alguns aspectos essenciais à prática dos cientistas. Munford e Lima (2007) afirmam que, muitas vezes, as “duas ciências” – a escolar e a dos cientistas – têm pouco em comum e esse distanciamento pode ser facilmente identificado nos próprios conteúdos que são estudados. A contextualização pode favorecer essa aproximação, despertando nos alunos a possibilidade de relacionar o seu cotidiano com os conteúdos estudados durante as atividades investigativas propostas.

2.3.10. Avaliação

A avaliação desempenha um papel importante em qualquer aula e dentro das SEI, não é diferente. A partir dela é possível verificar a compreensão dos alunos, identificar lacunas de conhecimento e ajustar as orientações do professor. Segundo Carvalho (1998) a avaliação deve desempenhar o papel de mediadora no processo de ensino e aprendizagem, na abordagem do EnCI é indicado que o professor não utilize a avaliação com o único propósito de classificar seus alunos, mas ao contrário, ele deve “perguntar, estimular, propor desafios, encorajar a exploração de ideias, permitindo que todos tenham oportunidade de expor suas ideias e transmitir informações novas” (Carvalho, 1998, p. 36).

Dentro do que é proposto na abordagem do EnCI, a avaliação deve ser realizada constantemente, e considerar todos os processos e trabalhos dos estudantes. Não é uma tarefa fácil, mas é necessário que o professor amplie a visão perante a participação e interação da turma. Sobre isso, Carvalho (2013) afirma que a avaliação:

[...] não deve ter um caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo. E tais instrumentos de avaliação precisam ter as mesmas características que ensino proposto. E a proposta das SEI está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no

aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica (Carvalho, 2013, p. 18).

Nesse contexto, as SEI devem propor uma avaliação que considere todo o processo e interação dos estudantes com as atividades propostas, buscando proporcionar um ensino que vá além da aquisição de conhecimento, promovendo e incentivando uma compreensão completa e a participação ativa dos estudantes nos processos de construção de conhecimento.

Como vimos, durante as etapas das SEI, é fundamental que os professores reflitam constantemente sobre suas ações, e eficácia do trabalho. É função dele também estimular a autonomia e a curiosidade dos estudantes, além de criar um ambiente propício para as investigações. Essas reflexões servem tanto para auxiliar/aprimorar a prática docente como também para desenvolver habilidades que podem proporcionar a Alfabetização Científica nos estudantes. Com isso, consideramos que as SEI são capazes de contribuir para a formação de estudantes/cidadãos críticos e bem preparados para agir criticamente perante a sociedade em que estão inseridos.

2.4. Sequências de Ensino Investigativo: exploração prática e descobertas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Com base em nossos estudos, encontramos diversas pesquisas que abordam as SEI nos AIEF. Abaixo, destacamos algumas dessas investigações que contribuem para o aprimoramento do Ensino de Ciências nessa etapa de ensino.

Oliveira *et al.*, (2023) buscaram analisar por meio da implementação da SEI “Construindo um Submarino” quais os argumentos de alunos do 4º ano do ensino fundamental a respeito do conceito de densidade, com base no funcionamento do submarino. A sequência foi dividida em quatro etapas, considerando a proposta de Carvalho *et al.*, (2013), sendo elas: o problema; identificação e exploração de ideias; elaboração de planos de ações e a etapa de escrever e desenhar – fundamental nos AIEF.

Os dados da pesquisa apontam que os estudantes explicaram sua experiência com base em seus conhecimentos, promovendo uma discussão científica entre eles, além disso a socialização do conhecimento foi importante,

com os alunos apoiando-se. O papel do professor em conduzir as atividades e incentivar os alunos a levantar hipóteses e explorar experiências passadas é fundamental. Os autores destacam ainda que se bem estruturada, uma SEI pode enriquecer o ensino de Ciências nos AIEF.

Os autores, Silva, Nascimento e Rebeque (2022) desenvolveram uma SEI para o 5º ano do ensino fundamental sobre o tema “densidade dos corpos”. A sequência dispõe de atividades várias atividades, tais como: manipulação de massa de modelar; questões abertas para reflexão; escrever; desenhar; experimentos para análise de densidade; observação de balança digital, entre outros, que foram divididas em duas aulas de aproximadamente 55 minutos.

Os autores afirmam que identificaram nos enunciados dos alunos elementos importantes da cultura científica escolar e por meio da proposição de problemas e da liberdade intelectual oferecida a eles também puderam observar pontos iniciais da AC, relacionadas especialmente com os conceitos do tema proposto (volume, massa e densidade).

Azevêdo e Fireman (2021) tiveram como objetivo trabalhar com a temática de eletricidade no 5º ano do ensino fundamental. Para isso, desenvolveram a SEI intitulada “Conceitos básicos de eletricidade”, onde discutiram conteúdos importantes da física com crianças, acreditando que desde essa etapa de ensino os estudantes já necessitam de estímulos a aprender esses conteúdos que se fazem presentes no cotidiano de todos. Os autores afirmam que os alunos mostram satisfação ao realizar atividades, especialmente experimentais, surpreendendo-se a cada nova etapa. Relatos escritos confirmam essas percepções, destacando o desenvolvimento de ideias e a superação de dificuldades na oralidade.

A pesquisa de Santos e Galembeck (2018) foi desenvolvida com um grupo de alunos de 3º ao 5º ano. A SEI teve o seguinte problema: “afinal, a água da represa é limpa ou suja?”, e foi dividida em diversas etapas/atividades, como: apresentação do tema; mapeamento da represa; elaboração de roteiro de observação; visita de campo; experimentação; construção de um filtro; análise da água, entre outras. As autoras destacam o envolvimento do grupo como um ponto fundamental para estimular a investigação dos alunos, impulsionada pela motivação.

Como resultados, destacam a valorização dos conhecimentos prévios, juntamente com o estímulo da criatividade e novas propostas de investigação. Além disso, as autoras frisam que o enfoque investigativo no Ensino de Ciências é capaz de promover a Alfabetização Científica, contribuindo na formação de cidadãos ativos e críticos.

Zompero e Tedeschi (2018) implementaram uma SEI envolvendo a educação ambiental para estudantes do 2º ano do ensino fundamental, buscando analisar a manifestação dos indicadores de alfabetização científica por eles. A SEI foi composta por 3 atividades que apresentaram um problema, levantamento e teste de hipóteses, explicação das informações, sistematização dos dados e conclusão. As autoras afirmam que o objetivo foi proposto por meio das atividades investigativas “por permitir a aprendizagem tanto de conceitos como de procedimentos da ciência, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas próprias da educação científica” (Zompero e Tedeschi, 2018, p. 564).

As pesquisadoras analisaram os desenhos e/ou textos criados pelos alunos e perceberam que os participantes obtiveram sucesso ao longo das atividades investigativas, demonstrando pontos de alfabetização e melhoria na linguagem científica. Além disso, destacaram que os alunos compreenderam métodos de resolução de problemas, a partir das investigações.

A SEI “Conceitos Básicos de Eletricidade” organizada por Azevêdo e Fireman (2017) foi desenvolvida com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e organizada em duas aulas, divididas em momentos, a saber: 1. Proposição do problema; 2. Resolvendo o problema proposto; 3. Sistematização do conhecimento elaborado pelo grupo; 4. Sistematização individual do conhecimento. Os alunos foram instigados durante todo o processo pelo professor, por meio de atividades experimentais, questionamentos, organização em grupo e exposição de ideias.

Os autores destacam a importância do EnCI e das SEI na promoção da alfabetização científica e destacam que as atividades desenvolveram nos alunos indicadores da AC, como a organização de ideias, raciocínio lógico e a formulação de justificativas e hipóteses. Habilidades como a resolução de problemas, autonomia, pensamento crítico, interação e argumentação também foram resultados importantes destacados na pesquisa.

A pesquisa de Moraes e Carvalho (2017) teve como objetivo mostrar como alunos do 1º ano conseguem engajar-se em discussões científicas no âmbito escolar – com seus colegas e professor – por meio do trabalho com a SEI “De onde vem as borboletas?”. O trabalho foi dividido em 10 tópicos, dentre eles estão a fase inicial, nomeada pelas autoras como “pré-investigação” que envolve uma conversa sobre o tema, bem como algumas observações sobre o local que as borboletas vivem e a apresentação do problema. Na segunda etapa, intitulada “investigação” é proposto a montagem de terráreos e a observação do inseto e sua metamorfose. Por último, na fase de “pós-investigação” é o momento de sistematização e aprofundamento, onde os estudantes são estimulados a comentar sobre o que foi estudado. Nessa etapa os alunos foram orientados a produzir uma peça de teatro, encenando o ciclo de vida da borboleta.

Percebe-se que a produção de desenhos, pelos estudantes, foi uma importante estratégia, principalmente pela idade dos pequenos. Moraes e Carvalho (2017, p. 957) apontam essa importância, e afirmam que “a associação entre falas e registros possui relevância nessa faixa etária, pois esses alunos ainda não são alfabetizados”. Aqui as autoras trazem referências à Alfabetização Científica, e concluem que as atividades investigativas podem possibilitar a compreensão de significados importantes nesse processo.

Brito e Fireman (2016) buscaram, por meio da SEI para o 5º ano intitulada “De onde vem o arco íris?”, responder a seguinte pergunta: “O ensino por investigação, com seus referenciais teóricos e práticos, se constituiu como uma estratégia metodológica eficiente para a promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental?” (Brito; Fireman, 2016, p. 12).

Para isso, os autores organizaram uma SEI com 6 momentos, entre eles podemos perceber a presença de levantamento de conhecimentos prévios, o problema, a manipulação de materiais, tomada de consciência, explicações e aprofundamento sobre o que foi trabalhado. Permeando essas atividades percebemos o desenvolvimento de habilidades como: o pensamento crítico,

Nesta seção, exploramos algumas pesquisas que se dedicaram ao ensino investigativo nos AIEF. Por meio de exemplos como as pesquisas de *Oliveira et al.*, (2023), Silva, Nascimento e Rebeque (2022), Azevêdo e Fireman (2021), Santos e Galembeck (2018), Zômpero e Tedeschi (2018), Azevêdo e Fireman (2017), Moraes e Carvalho (2017), e Brito e Fireman (2016).

A partir desses e de outros trabalhos com a utilização de SEI para os AIEF, destacamos a importância de diversos elementos essenciais no processo educacional, como a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, o estímulo à criatividade, a capacidade de resolução de problemas e a interação entre os estudantes. Esses componentes são fundamentais para um aprendizado mais envolvente e eficaz. Além disso, as pesquisas mencionadas evidenciam que o EnCI é uma abordagem promissora para promover a AC desde os AIEF o que pode contribuir para o desenvolvimento integral dos alunos.

3. A ORIGEM DA BIOLOGIA, ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS, AUTONOMIA E ORGANIZAÇÃO DO ENSINO

Entender os fundamentos das Ciências Biológicas é essencial para compreendermos os caminhos do conhecimento científico nesse campo de estudo. Nesta seção, apresentamos os alicerces que sustentam a Biologia como uma ciência única, que possui suas especificidades, explorando desde sua origem como ciência até os conceitos que moldam nossa compreensão do mundo vivo.

Dividindo a discussão em segmentos, inicialmente abordamos a introdução à Biologia. Em seguida, nos voltamos para as principais áreas de estudo dentro da Biologia, mapeando a vastidão de campos que compõem essa ciência, posteriormente destacaremos a construção e organização do ensino dos Conhecimentos Biológicos, investigando os métodos e processos que levam à aquisição e validação do saber nessa área.

3.1. Fundamentos Epistemológicos das Ciências Biológicas: a origem

Para entender a epistemologia das Ciências Biológicas, é fundamental adquirir uma compreensão do seu conceito. A palavra "epistemologia" tem origem nas raízes gregas. Ela é derivada das palavras *episteme*, que significa conhecimento, e *logos*, que se refere a estudo ou teoria. Portanto, pode ser compreendida como o **estudo** ou **teoria do conhecimento**.

Mirando o olhar para a Biologia, Foucault (2000), ao abordar o desenvolvimento histórico das ciências, propõe uma visão singular sobre a consideração dos seres vivos ao afirmar que a Biologia não existia antes do século XIX. Para o autor, a partir desse período, explicar a vida, se torna um problema científico. Concordando, Mayr (1998) afirma que as maiores inovações no pensamento biológico iniciaram nesse período, ao longo dos séculos XIX e XX. Segundo Flach (2018) até ser reconhecida como ciência, ainda no século XVII e XVIII, diversos trabalhos em anatomia, fisiologia e botânica eram realizados. Nessa época, o estudo da vida era considerado como parte da medicina.

Para Santana e Mota (2023, p. 452) "a Biologia é uma Ciência ampla que estuda desde a menor unidade da vida, a célula, até ecossistemas".

Etimologicamente, a palavra “Biologia” também é de origem grega, derivada da união dos termos “*bios*”, que significa “vida” e “*logos*”, que se refere a “estudo”. Portanto, “Biologia” é compreendida como o **estudo da vida**. Segundo Lima, Corazza e Justina (2019, p. 91) “o termo “Biologia” foi utilizado por Lamarck, Treviranus e Budarch no início do século XIX com o propósito de sistematizar em um campo disciplinar os conhecimentos até então produzidos acerca dos seres vivos”.

Compreender a vida a partir do estudo da Biologia é uma tarefa complexa e desafiadora. Para Flach (2018, p. 59) “devido ao seu reconhecimento tardio, as reflexões acerca da filosofia da Biologia surgiram inicialmente a partir de uma base científica oriunda da Física, influenciando a visão ontológica e sua epistemologia”.

Durante muito tempo estudiosos e pesquisadores tentaram consolidar a Biologia como uma ciência única, diferente das físicas e químicas. Segundo Mayr (1998) a tentativa de conceber a autonomia da Biologia, foi mal recebida por cientistas físicos e filósofos. Eles argumentaram que a suposta autonomia da vida não existia, defendendo que todas as teorias biológicas podem, em princípio, ser reduzidas às teorias da física para restabelecer a unidade da ciência. A partir disso, entramos num debate constante na história da Biologia: o *reducionismo*. Mayr (2005) afirma que o reducionismo é uma abordagem que busca entender fenômenos analisando suas partes. Essa filosofia é criticada por não abordar completamente sistemas complexos – típicos da Biologia – onde as características resultam das interações entre as partes.

No século XIX, várias correntes foram criadas para definir o fenômeno da vida. Mayr (1998) destaca o mecanismo e o vitalismo. Enquanto o vitalismo argumentava que os organismos vivos possuíam uma força vital que não poderia ser explicada pela física e química, o mecanismo via a natureza como um mecanismo regido por leis precisas da mecânica, física e química (El-Hani, 2002; Meglhioratti, 2009).

No decorrer do século XX, o progresso do conhecimento biológico foi influenciado pela ascensão da abordagem positivista na comunidade científica. Essa tendência representou uma clara oposição às concepções vitalistas, marcando uma mudança na forma como os cientistas compreendiam e exploravam os fenômenos biológicos (Rosemberg, 1985).

Com isso, Mayr (2005) apresenta que na década de 1930, houve o declínio do vitalismo como conceito biológico. Resultado de sua crescente percepção como metafísico, do descrédito da substância especial nos organismos pelo avanço da bioquímica, do fracasso em comprovar uma força vital não material, e do surgimento de novos conceitos biológicos, como a genética e o darwinismo, que ofereceram explicações mais fundamentadas para fenômenos anteriormente atribuídos ao vitalismo.

El-Hani (2002) aponta que, considerando o abandono da corrente vitalista, pela maioria dos biólogos naquele período, era comum afirmar que a Biologia adotou em sua totalidade a perspectiva mecanicista – uma vez que só as duas eram debatidas naquele período – porém, “esta impressão é criada pela ausência de um terceiro termo na polêmica sobre a natureza das explicações biológicas, o organicismo” (p. 200).

O organicismo, segundo Mayr (2005) reconhece os organismos vivos como sistemas integrados e complexos. Contrapondo-se ao reducionismo mecanicista, destaca a importância da organização e interconexão entre as partes de um organismo, enfatizando a necessidade de considerar níveis superiores de integração e a história evolutiva para compreender plenamente a vida. Essa abordagem ressalta que as propriedades dos seres vivos não podem ser totalmente explicadas pela análise isolada de suas partes. O autor ainda destaca que “a integração das partes existe em todos os níveis, desde a célula até os tecidos, órgãos, sistemas e organismos completos, em níveis bioquímicos, de desenvolvimento e de comportamento” (Mayr, 2005, p. 33).

Complementando o organicismo, surge o Emergentismo. Segundo Lima, Corazza e Justina (2019) nesta corrente, diferentes emergências possibilitam interações que, por sua vez, promovem a criação de um nível de complexidade superior, onde novas emergências podem surgir. De acordo, Mayr (2008, p. 41) define a ideia emergente como aquela que “[...] em um sistema estruturado, novas propriedades emergem em níveis mais altos de interação que não poderiam ser previstas a partir do conhecimento dos componentes em níveis inferiores”.

Abaixo (quadro 2) apresentamos uma síntese das principais características das correntes filosóficas citadas, com base nas leituras dos trabalhos de El-Hani (2002), Mayr (2005; 2008) e Lima, Corazza e Justina (2019):

Quadro 2. Síntese das correntes filosóficas: mecanicismo; vitalismo; organicismo; emergentismo.

CORRENTE FILOSÓFICA	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
MECANISMO	<ul style="list-style-type: none"> • Visão que explica todos os fenômenos naturais em termos de leis mecânicas; • Visão reducionista buscando explicar complexidade por meio de partes e interações simples; • Ênfase na previsibilidade e determinismo.
VITALISMO	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria que postula a existência de uma “força vital distinta da físico-química • Atribui processos vitais a uma entidade não físico-química (Lebenskraft); • Emoções e processos biológicos são explicados pela presença dessa força vital.
ORGANICISMO	<ul style="list-style-type: none"> • Visão que entende os organismos vivos como sistemas organizados que não podem ser entendidos apenas por suas partes individuais; • Ênfase na organização hierárquica e interdependência das partes; • Reconhece propriedades emergentes e auto-organização. • Influência na biologia moderna, ecologia, psicologia e teorias sistemáticas
EMERGENTISMO	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria que sugere propriedades novas e complexas surgem em sistemas complexos que não podem ser reduzidas às partes constituintes; • Reconhece a emergência de novas propriedades como um nível superior de organização; • Rejeita tanto o reducionismo total quanto o dualismo.

Fonte: adaptado dos trabalhos de El-Hani (2002), Mayr (2005; 2008) e Lima, Corazza e Justina (2019).

Mayr (1998) aponta que no cenário científico, naquele período, surgiram três perspectivas distintas em relação à posição da Biologia entre as ciências. Em um extremo, alguns defendem a exclusão total da Biologia, citando a falta de universalidade e estruturação quantitativa de dados e informações. No outro, argumenta-se que a Biologia não possuía apenas atributos científicos essenciais, mas se diferencia da física em vários aspectos. Há ainda uma visão que considera a Biologia uma ciência "provinciana", onde descobertas podem ser, em última instância, limitadas às leis fundamentais da física e da química. Lima, Corazza e Justina (2019, p. 89) afirmam que a Biologia

epistemologicamente se diferencia das outras ciências da natureza em vários aspectos, tais como:

[...] sua constituição tardia, pelo desenvolvimento segmentado em vários campos de investigação sobre o mundo vivo, pela forte influência da Física e da Química, assim como pela luta para a autonomia e a unificação das ciências biológicas por meio da evolução (Lima; Corazza; Justina, 2019, p.89).

Nesse contexto, explorar as particularidades da Biologia se torna fundamental para entender o que a diferencia das demais ciências e como ela aborda a complexidade da vida. Este é o ponto de partida para examinar mais de perto o que há de específico na ciência da vida, o que veremos na próxima subseção.

3.2. A unicidade da biologia: o que há de específico na ciência da vida?

A Biologia transcende as fronteiras de outras ciências, destacando-se pela sua abordagem única na investigação e compreensão dos fenômenos vitais. De acordo, Meglhioratti (2008) afirma:

A Biologia sendo uma ciência que se ocupa em estudar os seres vivos, não pode ser reduzida totalmente a Física e Química, já que existem propriedades sistêmicas que só aparecem no padrão organizacional de um ser vivo e não em suas partes, por exemplo, em uma determinada molécula (Meglhioratti, 2008, p. 33).

Para Campos (2018) as Ciências Biológicas se distinguem por suas características únicas, abordando objetos de estudo específicos, estabelecendo metas particulares, utilizando métodos de pesquisa distintos e adotando uma linguagem própria. A autora complementa que essa autonomia é evidenciada pela rejeição do essencialismo, diferenciando-se de disciplinas como Física e Matemática que buscam tipologias universais. Nas Ciências Biológicas, a ênfase está na compreensão da diversidade e complexidade dos fenômenos.

Ainda sobre a autonomia da Biologia, El-Hani (2002) afirma:

Tendo-se em vista as restrições que a organização biológica impõe às reações químicas nos sistemas vivos, pode-se afirmar que a biologia não é uma mera extensão da química aos sistemas biológicos, mas uma ciência em seu próprio direito, na qual é preciso considerar-se as leis e os princípios organizacionais da química e da física de uma perspectiva genuinamente biológica (El-Hani, 2002, p. 24).

O autor destaca a importância de reconhecer a biologia como ciência única, uma vez que ela incorpora princípios químicos e/ou físicos dentro de um contexto mais amplo, onde a organização estrutural e funcional dos sistemas vivos desempenha um papel importante. Assim, os fenômenos biológicos muitas vezes requerem abordagens e conceitos que vão além dos aplicados em química ou física, evidenciando a necessidade de um campo de estudo próprio, no caso o biológico.

Campos (2018) com base em alguns autores, destaca elementos fundamentais que asseguram a autonomia das Ciências Biológicas. Esses pressupostos incluem a rejeição do essencialismo, do mecanismo e do vitalismo, a negação da teleologia, a convicção de que certos princípios físicos não se aplicam à Biologia, a ausência de leis naturais universais e o reconhecimento da singularidade de princípios biológicos não extensíveis ao mundo inanimado. Essas características contribuem para a definição da biologia como um campo autônomo com uma organização e classificação de conhecimento próprios (Poliseri, Oliveira, Christoffersen, 2003; Mayr, 2005; Carmo; Nunes-Neto; El-Hani, 2012).

Com base em estudos e tentando organizar elementos específicos, Mayr (1998) aponta que é possível definir os processos da vida e que os organismos vivos apresentam características distintas que estão ausentes, ou que se manifestam de forma diferente, nos objetos inanimados. Na busca por compreender as singularidades que demarcam a Biologia em relação às demais ciências, Mayr (1988) destacou oito características que distinguem os seres vivos dos não vivos, a saber:

- **Complexidade e organização** – sistemas biológicos são definidos por Simon (1962) como aqueles em que o todo é mais do que a soma das partes, apresentando propriedades emergentes e sofisticados mecanismos de retroalimentação. A complexidade se manifesta em vários níveis, como células, órgãos, ecossistemas e sociedades. Os sistemas vivos não possuem uma complexidade casual, ao contrário, são altamente organizados.
- **Unicidade química** – organismos vivos são compostos por macromoléculas únicas, como ácidos nucléicos, enzimas e lipídios,

desempenhando funções específicas. Essas macromoléculas, embora fundamentais em princípios químicos, são mais complexas e não são comuns na matéria inanimada.

- **Qualidade** – enquanto o mundo físico é predominantemente quantitativo, o mundo vivo é caracterizado por qualidades. Fenômenos biológicos, como sistemas de comunicação e propriedades de moléculas, são intrinsecamente qualitativos.
- **Unicidade e variabilidade** – organismos são estudados como populações, não como classes idênticas, desde células até ecossistemas. Variações extremas, como na evolução, diferem por ordens de magnitude, indicando a mutabilidade única nos sistemas biológicos.
- **Posse de um programa genético** – todos os organismos possuem um programa genético historicamente aperfeiçoado, conferindo dualidade de fenótipo e genótipo. Esse programa é responsável pela capacidade de realizar processos teleonômicos, ausentes na matéria inanimada.
- **Natureza histórica** – classes de organismos baseiam-se na descendência comum e história evolutiva, não apenas na similitude. Muitos atributos biológicos reconhecidos pelos lógicos não são representativos das classes ou ordenamentos superiores.
- **Seleção natural** – Processo único de reprodução diferenciada, onde indivíduos mais adaptados são selecionados. Caracterizado pela recombinação genética, introduzindo novo conjunto de genes a cada geração, iniciando novo processo seletivo.
- **Indeterminismo** – Fenômenos biológicos são frequentemente imprevisíveis devido à complexidade e emergência de novidades, desafiando previsões temporais absolutas.

As características elencadas por Mayr (1998) delineiam as especificidades biológicas da vida, e fornecem uma base forte para a compreensão da complexidade inerente às Ciências Biológicas, lançando luz sobre os princípios que singularizam os organismos vivos em seu funcionamento e interação com o ambiente circundante. Essa abordagem de Mayr representa um marco na delimitação do campo biológico, destacando as características que conferem à Biologia sua identidade.

Meglhioratti *et al.*, (2008) apontam que as pesquisas em Biologia abrangem uma diversidade de fenômenos que se estendem desde os níveis moleculares e celulares até as populações, ecossistemas e biosfera. Esses estudos compõem-se de eventos integrados, complexos e dinâmicos, unificados por uma interdependência de atividades.

A Biologia, revela-se rica em características singulares que exigem uma minuciosa observação, análise e investigação, envolvendo uma variedade de elementos. Contrariamente a uma ciência estática, temos aqui uma ciência dinâmica e que demanda um olhar amplo para sua compreensão. Como foi constatado, como disciplina científica, a Biologia, não era consolidada até o século XIX. Até esse marco, as reflexões e análises acerca do fenômeno vida eram debatidas em diversos domínios do saber, tais como:

[...] medicina (incluindo anatomia e fisiologia), história natural, e botânica (mais ou menos uma miscelânea). A anatomia, a dissecação do corpo humano, foi até longamente, no século XVIII, um ramo da medicina, e a botânica, da mesma forma, era praticada primariamente por médicos interessados em ervas medicinais. A história natural dos animais era estudada principalmente como uma parte da teologia natural, no intuito de apoiar o argumento de um plano (Mayr, 1998, p. 53).

A evolução histórica da biologia também influenciou a organização e o desenvolvimento do currículo, bem como o ensino das disciplinas científicas, tanto nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas quanto nas instituições de Educação Básica (El-Hani, 2002). Meglhioratti (2009) afirma que disciplinas como genética, citologia, zoologia, botânica, entre outras, é comum observar uma abordagem dos conteúdos que os apresenta de maneira fragmentada, como se estivessem isolados. De acordo, Lima, Corazza e Justina (2019, p.89) afirmam que essas disciplinas vêm sendo reconhecidas “pela sua natureza enciclopédica, fragmentada e reducionista, não sendo capazes de suscitar nos alunos uma compreensão integral e holística dos fenômenos biológicos.

A considerável distância entre as várias subáreas dentro da biologia são comumente observadas, resultando em uma percepção de que a disciplina se apresenta de forma segregada e fragmentada. Segundo Lima, Corazza e Justina (2019, p. 88) “a biologia caracteriza-se como uma ciência autônoma no presente momento, porém ainda não se encontra completamente unificada”.

De acordo com o que foi estabelecido, percebemos que ensinar os conhecimentos biológicos de forma a destacar as especificidades e autonomia

da biologia é fundamental para que os alunos compreendam a natureza única e complexa dessa ciência.

Compreendendo a importância da biologia como ciência, que abrange diversas áreas, e voltando nosso olhar para o ensino, é essencial explorar como ele vem sendo caracterizado. No próximo tópico, analisaremos de que forma o ensino dos conhecimentos biológicos está estruturado e como são abordados nos AIEF, apresentando as diferentes formas de ensino.

3.3. Conhecimentos Biológicos: uma visão geral

Como vimos, a biologia, como ciência que estuda a vida e os organismos, é regida por um conjunto de características que definem seu campo de atuação. No que tange os conhecimentos biológicos, atualmente, conforme estabelecido pelo Conselho Federal de Biologia (CFBio), e a Resolução nº 700 de 20 de abril de 2024, que regulamenta as Áreas do Conhecimento, Atividades Profissionais e Áreas de Atuação do Biólogo nos campos de Meio Ambiente e Biodiversidade, Saúde, Biotecnologia e Produção Industrial e Educação, suas áreas e subáreas estão definidas da seguinte forma (quadro 3):

Quadro 3 - Áreas e Subáreas do Conhecimento Biológico

	Área	Subárea (s)
1	Astrobiologia e Exobiologia	-
2	Biofísica	a) Biofísica celular e molecular; b) Fotobiologia; c) Magnetismo; d) Radiobiologia; e) Radioproteção
3	Biologia Celular	-
4	Bioquímica	a) Bioenergética; b) Bioquímica comparada; c) Bioquímica de microrganismos; d) Bioquímica de processos fermentativos; e) Bioquímica de produtos naturais; f) Bioquímica macromolecular; g) Bioquímica micromolecular; h) Bromatologia; i) Enzimologia; j) Proteômica
5	Biossegurança	-
6	Biotecnologia	a) Biologia sintética; b) Biotecnologia animal;

		<p>c) Biotecnologia industrial; d) Biotecnologia microbiana; e) Biotecnologia molecular; f) Biotecnologia vegetal.</p>
7	Botânica	<p>a) Anatomia vegetal; b) Biologia reprodutiva; c) Botânica aplicada; d) Botânica econômica; e) Botânica forense; f) Botânica ornamental; g) Citogenética vegetal; h) Citologia vegetal; i) Dendrologia; j) Ecofisiologia vegetal; k) Embriologia vegetal; l) Etnobotânica; m) Farmacobotânica; n) Ficologia; o) Fisiologia vegetal; p) Fitofisionomia; q) Fitogeografia; r) Fitoquímica; s) Fitossanidade; t) Fitossociologia; u) Manejo e conservação da vegetação; v) Morfologia vegetal; w) Organografia vegetal; x) Paisagismo; y) Palinologia; z) Silvicultura; aa) Taxonomia/Sistemática vegetal; ab) Tecnologia de sementes.</p>
8	Ciências morfológicas	<p>a) Anatomia humana e/ou animal; b) Citologia humana e/ou animal; c) Embriologia humana e/ou animal; d) Hematologia; e) Histologia humana e/ou animal; f) Histoquímica humana e/ou animal; g) Morfologia humana e/ou animal.</p>
9	Ecologia	<p>a) Bioclimatologia; b) Bioeconomia; c) Bioespeleologia; d) Biogeografia; e) Biogeoquímica; f) Diversidade Biológica; g) Ecofisiologia; h) Ecologia aplicada; i) Ecologia da paisagem; j) Ecologia de ecossistemas; k) Ecologia de populações e/ou comunidades; l) Ecologia do fogo; m) Ecologia evolutiva; n) Ecologia humana; o) Ecologia teórica; p) Ecotecnologia;</p>

		<p>q) Ecotoxicologia; r) Etnobiologia; s) Etnoecologia; t) Etologia; u) Fitossociologia; v) Gestão ambiental; w) Legislação ambiental; x) Limnologia; y) Manejo e conservação; z) Meio ambiente.</p>
10	Educação	<p>a) Educação ambiental; b) Elaboração de materiais pedagógicos; c) Epistemologia; d) Instrumentação do ensino; e) Laboratórios de ensino.</p>
11	Ética	<p>a) Bioética; b) Deontologia; c) Ética profissional.</p>
12	Farmacologia	<p>a) Biodisponibilidade; b) Etnofarmacologia; c) Farmacocinética; d) Farmacodinâmica; e) Farmacognosia; f) Farmacologia geral; g) Farmacologia molecular; h) Modelagem molecular; i) Radiofarmacologia; j) Toxicologia;</p>
13	Fisiologia	<p>a) Fisiologia animal; b) Fisiologia celular; c) Fisiologia comparada; d) Fisiologia humana; e) Fisiologia vegetal.</p>
14	Genética	<p>a) Citogenética; b) Conservação de recursos genéticos; c) Engenharia genética; d) Evolução; e) Filogenia; f) Genética animal; g) Genética de microrganismos; h) Genética de populações; i) Genética do desenvolvimento; j) Genética geral aplicada; k) Genética forense; l) Genética humana; m) Genética molecular; n) Genética quantitativa; o) Genética vegetal; p) Genômica; q) Imunogenética; r) Melhoramento genético; s) Mutagênese; t) Radiogenética.</p>
15	Geociências	<p>a) Bioclimatologia; b) Biogeoquímica;</p>

		c) Geoprocessamento; d) Georreferenciamento.
16	Imunologia	a) Imunologia aplicada; b) Imunologia celular; c) Imunogenética; d) Imunoquímica; e) Imunoterapia
17	Informática e análise de dados	a) Bioestatística; b) Bioinformática; c) Geoprocessamento; d) Georreferenciamento; e) Tecnologias de sensoriamento remoto
18	Legislação	a) Legislação agropecuária; b) Legislação ambiental; c) Legislação da saúde; d) Legislação de biodiversidade; e) Legislação de biotecnologia e produção industrial; f) Legislação do profissional Biólogo; g) Legislação educacional; h) Legislação em ciência e tecnologia; i) Legislação sanitária.
19	Limnologia	a) Ecologia de ambientes aquáticos; b) Hidrobiologia; c) Qualidade dos recursos hídricos.
20	Micologia	a) Biologia de fungos; b) Micologia agrícola; c) Micologia animal; d) Micologia básica; e) Micologia da água; f) Micologia de alimentos; g) Micologia do ar; h) Micologia do solo; i) Micologia humana; j) Taxonomia/Sistemática de fungos.
21	Microbiologia	a) Bacteriologia; b) Biologia de microrganismos; c) Microbiologia agrícola; d) Microbiologia ambiental; e) Microbiologia animal; f) Microbiologia de água; g) Microbiologia de alimentos; h) Microbiologia de solo; i) Microbiologia humana; j) Taxonomia/Sistemática de microrganismos; k) Virologia.
22	Oceanografia	a) Biologia Marinha; b) Hidrobiologia; c) Oceanografia biológica
23	Paleontologia	a) Biocronologia; b) Micropaleontologia; c) Paleoantropologia; d) Paleoarqueologia; e) Paleobioespeleologia; f) Paleobiogeografia;

		<ul style="list-style-type: none"> g) Paleobotânica; h) Paleoecologia; i) Paleoestratigrafia; j) Paleoetologia; k) Paleogenética; l) Paleocnologia; m) Paleomicologia; n) Paleomicrobiologia; o) Paleontologia Geral; p) Paleozoologia; q) Sistemática Biológica; r) Tafonomia
24	Parasitologia	<ul style="list-style-type: none"> a) Biologia de parasitos; b) Parasitologia ambiental; c) Parasitologia animal; d) Parasitologia humana; e) Parasitologia vegetal; f) Taxonomia/Sistemática de parasitos;
25	Patologia	<ul style="list-style-type: none"> a) Fisiopatologia; b) Fitopatologia; c) Patologia animal; d) Patologia humana.
26	Saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> a) Biologia sanitária; b) Controle da poluição; c) Controle de vetores e pragas; d) Ecotoxicologia; e) Epidemiologia; f) Saneamento ambiental; g) Saúde única; h) Toxicologia; i) Vigilância em saúde; j) Zoonoses.
27	Zoologia	<ul style="list-style-type: none"> a) Anatomia animal; b) Biologia celular e tecidual dos animais; c) Biologia do desenvolvimento animal; d) Biologia reprodutiva animal; e) Conservação e manejo da fauna; f) Dinâmica de populações animais; g) Embriologia animal/comparada; h) Etnozoologia; i) Etologia; j) Fisiologia animal/comparada; k) Taxidermia; l) Taxonomia/Sistemática animal; m) Zoogeografia; n) Zoologia aplicada; o) Zoologia de invertebrados; p) Zoologia de vertebrados; q) Zoologia econômica; r) Zoologia forense.

Fonte: Adaptado de Conselho Federal de Biologia – CFBio (2024)

Ao analisar a vasta gama de conhecimentos biológicos, que abrange 27 áreas e aproximadamente 250 subáreas, percebemos a imensa riqueza e diversidade que compõem a biologia. A importância de cada uma dessas áreas é considerável, uma vez que cada campo contribui para o avanço da ciência e para a aplicação prática em diversas esferas da sociedade.

3.4. A presença dos Conhecimentos Biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental – um olhar para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Os conhecimentos biológicos estão constantemente presente nos AIEF. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta, para a disciplina de Ciências da Natureza, três unidades temáticas que são trabalhadas durante todo o Ensino Fundamental. São elas: matéria e energia; vida e evolução; terra e universo. A partir de cada unidade temática é proposto o desenvolvimento de habilidades a partir dos objetos do conhecimento que são trabalhados.

Na primeira unidade – matéria e energia – é perceptível o desenvolvimento de habilidades em que os alunos possam compreender o modo consciente para a confecção, uso e descarte de materiais, a saúde auditiva e visual, questões relacionadas com ciclos hidráulicos além de debates sobre o consumo e a importância da reciclagem. Segundo a BNCC, espera-se que:

os alunos possam reconhecer a importância, por exemplo, da água, em seus diferentes estados, para a agricultura, o clima, a conservação do solo, a geração de energia elétrica, a qualidade do ar atmosférico e o equilíbrio dos ecossistemas (Brasil, 2018, p. 325).

No que tange a unidade temática vida e evolução, é esperado que, nos primeiros anos do ensino fundamental os estudantes compreendam a importância do corpo humano e da higiene, além disso é necessária uma discussão a respeito das características e manutenção da vida (animal e vegetal), apontando e diferenciando as funções de cada ser vivo dentro do ecossistema que estamos inseridos. A BNCC ainda propõe que, nessa unidade, os estudantes possam estudar:

características dos ecossistemas destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente, com destaque para as interações que os

seres humanos estabelecem entre si e com os demais seres vivos e elementos não vivos do ambiente (Brasil, 2018, p. 326).

Destacamos que os conhecimentos biológicos são abordados principalmente na unidade temática "vida e evolução", abrangendo diversos temas ao longo dos AIEF. Esses temas são distribuídos conforme o quadro (quadro 4) a seguir:

Quadro 4 – Temas da BNCC relacionados com os conhecimentos biológicos

Ano	Objeto de conhecimento (BNCC)
1º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Corpo humano; • Respeito e Diversidade.
2º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Seres Vivos no Ambiente; • Plantas.
3º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Características e Desenvolvimento dos Animais
4º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Cadeias Alimentares Simples; • Microrganismos.
5º Ano	<ul style="list-style-type: none"> • Nutrição do Organismo; • Hábitos Alimentares; • Integração entre os Sistemas Digestório, Respiratório e Circulatório.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Desse modo, ainda, se espera que habilidades relacionadas ao reconhecimento de microrganismos, fungos, sistemas e nutrição sejam trabalhados com os estudantes.

Já as habilidades referentes ao entendimento e compreensão do solo, bem como a diferenciação dos tipos de solo com base na textura, cheiro, tamanho, coloração, etc. Além do reconhecimento e entendimento da importância do solo para a agricultura e para a manutenção da vida estão presentes na terceira unidade temática da BNCC, conhecida como terra e universo.

Abaixo apresentamos a organização da BNCC para AIEF com os objetos de conhecimento, bem como as habilidades que devem ser desenvolvidas em cada etapa de ensino. Informamos que a unidade temática "terra e evolução", está destacada em verde, onde podemos encontrar os conhecimentos biológicos que podem e devem ser trabalhados.

Todas as informações foram encontradas no site da BNCC (<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>) e estão disponíveis para livre acesso de todos.

Quadro 5 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 1º ano do Ensino Fundamental

1º Ano do Ensino Fundamental		
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e Energia	Características dos materiais	(EF01CI01) Comparar características de diferentes materiais presentes em objetos de uso cotidiano, discutindo sua origem, os modos como são descartados e como podem ser usados de forma mais consciente.
Vida e evolução	Corpo humano Respeito à diversidade	(EF01CI02) Localizar, nomear e representar graficamente (por meio de desenhos) partes do corpo humano e explicar suas funções. (EF01CI03) Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde. (EF01CI04) Comparar características físicas entre os colegas, reconhecendo a diversidade e a importância da valorização, do acolhimento e do respeito às diferenças.
Terra e Universo	Escalas de tempo	(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos. (EF01CI06) Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Quadro 6 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 2º Ano do Ensino Fundamental

2º Ano do Ensino Fundamental		
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e Energia	Propriedades e uso dos materiais Prevenção de acidentes domésticos	(EF02CI01) Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado. (EF02CI02) Propor o uso de diferentes materiais para a construção de objetos de uso cotidiano, tendo em vista algumas propriedades desses materiais (flexibilidade, dureza, transparência etc.). (EF02CI03) Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos etc.).
Vida e evolução	Seres vivos no ambiente	(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem

		Plantas	parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem. (EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral. (EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos.
Terra e Universo		Movimento aparente do Sol no céu O Sol como fonte de luz e calor	(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada. (EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Quadro 7 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 3º Ano do Ensino Fundamental

3º Ano do Ensino Fundamental		
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e Energia	Produção de som Efeitos da luz nos materiais Saúde auditiva e visual	(EF03CI01) Produzir diferentes sons a partir da vibração de variados objetos e identificar variáveis que influem nesse fenômeno. (EF03CI02) Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano). (EF03CI03) Discutir hábitos necessários para a manutenção da saúde auditiva e visual considerando as condições do ambiente em termos de som e luz.
Vida e evolução	Características e desenvolvimento dos animais	(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo. (EF03CI05) Descrever e comunicar as alterações que ocorrem desde o nascimento em animais de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem. (EF03CI06) Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.).
Terra e Universo	Características da Terra	(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação,

	<p>Observação do céu</p> <p>Usos do solo</p>	<p>manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).</p> <p>(EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.</p> <p>(EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.</p> <p>(EF03CI10) Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.</p>
--	--	---

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Quadro 8 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 4º Ano do Ensino Fundamental

4º Ano do Ensino Fundamental		
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e Energia	<p>Misturas</p> <p>Transformação reversíveis e não reversíveis</p>	<p>(EF04CI01) Identificar misturas na vida diária, com base em suas propriedades físicas observáveis, reconhecendo sua composição.</p> <p>(EF04CI02) Testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).</p> <p>(EF04CI03) Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis (como as mudanças de estado físico da água) e outras não (como o cozimento do ovo, a queima do papel etc.).</p>
Vida e evolução	<p>Cadeias alimentares simples</p> <p>Microrganismos</p>	<p>(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.</p> <p>(EF04CI05) Descrever e destacar semelhanças e diferenças entre o ciclo da matéria e o fluxo de energia entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema.</p> <p>(EF04CI06) Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo.</p> <p>(EF04CI07) Verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros.</p> <p>(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns</p>

		microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas.
Terra e Universo	Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon). (EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola. (EF04CI11) Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Quadro 9 – Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades referentes ao ensino de Ciências – 5º Ano do Ensino Fundamental

5º Ano do Ensino Fundamental		
Unidades Temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidades
Matéria e Energia	Propriedades físicas dos materiais Ciclo hidrológico Consumo consciente Reciclagem	(EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras. (EF05CI02) Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia elétrica, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais). (EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico. (EF05CI04) Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos. (EF05CI05) Construir propostas coletivas para um consumo mais consciente e criar soluções tecnológicas para o descarte adequado e a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos na escola e/ou na vida cotidiana.
Vida e evolução	Nutrição do organismo	(EF05CI06) Selecionar argumentos que justifiquem por que os sistemas digestório e respiratório são considerados corresponsáveis

	Hábitos alimentares	pele processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas.
	Integração entre os sistemas digestório, respiratório e circulatório	(EF05CI07) Justificar a relação entre o funcionamento do sistema circulatório, a distribuição dos nutrientes pelo organismo e a eliminação dos resíduos produzidos. (EF05CI08) Organizar um cardápio equilibrado com base nas características dos grupos alimentares (nutrientes e calorias) e nas necessidades individuais (atividades realizadas, idade, sexo etc.) para a manutenção da saúde do organismo. (EF05CI09) Discutir a ocorrência de distúrbios nutricionais (como obesidade, subnutrição etc.) entre crianças e jovens a partir da análise de seus hábitos (tipos e quantidade de alimento ingerido, prática de atividade física etc.).
Terra e Universo	Constelações e mapas celestes	(EF05CI10) Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite.
	Movimento de rotação da Terra	(EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.
	Periodicidade das fases da Lua	(EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses.
	Instrumentos óticos	(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Percebemos que a inclusão dos conhecimentos biológicos nos AIEF, conforme orientado pela BNCC, é essencial para desenvolver um trabalho que venha a formar cidadãos conscientes e preparados para enfrentar desafios ambientais e sociais, uma vez que suas habilidades sejam implementadas.

As unidades temáticas, habilidades e objetos de conhecimento tem o intuito de promover uma compreensão da vida em seus variados aspectos e estimular o pensamento científico e crítico desde cedo. Dessa forma, os conhecimentos biológicos, bem como as outras áreas, podem enriquecer o aprendizado e contribuir com atitudes responsáveis e sustentáveis, fundamentais para a construção do indivíduo.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Toda pesquisa científica deve ser passível de reprodução, e com os estudos na área de ensino não é diferente. É necessário proporcionar aos leitores as informações necessárias para que uma análise e replicação da pesquisa seja possível (Carvalho, 2011). Com base nessa premissa, Moura (2020) afirma que é fundamental que a metodologia de pesquisa seja minuciosamente descrita ao longo de todo o processo, abrangendo a coleta de dados, os materiais empregados e a condução da análise das informações adquiridas.

Na presente seção apresentamos, em detalhes, as peculiaridades da pesquisa, delineamos os participantes estudados e descrevemos os procedimentos éticos e fidedignos adotados para a obtenção e análise dos dados.

4.1. Características da Pesquisa

Para a realização desta pesquisa, adotamos a estrutura de um estudo de abordagem qualitativa. Merriam (1998) afirma que esse tipo de pesquisa, trata-se da coleta de informações descritivas sob a ótica de análise crítica ou interpretativa, focando no estudo das interações humanas em variados contextos e na complexidade de fenômenos específicos, com o objetivo de decifrar e elucidar o significado dos eventos e fatos observados.

Ludke e André (1986) apresentam algumas das principais características das pesquisas qualitativas:

[...] tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; Os dados coletados são predominantemente descritivos; A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; A análise de dados tende a seguir um processo indutivo; 46 Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos; As abstrações formam-se ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima (Ludke; André, 1986, p. 11-13).

De acordo, Richardson (2012) afirma que as pesquisas que utilizam dessa abordagem possuem a capacidade de detalhar a complexidade de um problema específico, examinar a interação entre variáveis, compreender e categorizar os

processos dinâmicos experimentados por grupos sociais, influenciar a transformação de um grupo específico e proporcionar uma compreensão mais profunda das nuances do comportamento individual. Quanto à natureza da pesquisa, é importante ressaltar que ela abrange dois tipos distintos:

Inicialmente, realizamos uma pesquisa bibliográfica, com a análise de SEI já produzidas e publicadas. Segundo Fonsêca (2002, p. 32) esse tipo de pesquisa “é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”.

Complementando o objeto de análise, a pesquisa se concentra também na análise de SEI elaboradas durante um curso de formação continuada proporcionado pelo grupo de estudos e pesquisas no qual o pesquisador e orientador desta tese fazem parte. Para isso, delimita-se um estudo do tipo “Pesquisa-formação”. Segundo Silva e Heckler (2017):

[...] a pesquisa-formação busca significar como a pesquisa e a prática são construtoras de novos conhecimentos, promovendo a transformação social dos sujeitos envolvidos. Para isso, ela assume que o pesquisador não pode se desvincular do seu campo empírico, em que toda prática é perpassada por uma teoria e ambos dentro de um processo investigativo se transformam conjuntamente (Silva; Heckler, 2017, p. 66).

Segundo esse delineamento, abaixo apresentamos quem são os participantes do curso, o contexto da formação continuada e como ocorreu a análise das SEI.

4.2. Contexto e Participantes da Pesquisa

A primeira etapa da pesquisa tem como foco a seleção de SEI identificadas a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura. Priorizando aquelas que são especificamente destinadas aos AIEF e que incorporam conhecimentos biológicos na sua estrutura.

Na segunda etapa, a pesquisa abrange um grupo de professores que atua na rede municipal da cidade de São Luís do Quitunde, situada no interior do estado de Alagoas. Este estudo foi parte de um curso de formação continuada realizado ao longo do ano de 2023. A seleção dessa cidade como local de pesquisa foi motivada a partir da relação colaborativa entre os membros do

Grupo de Pesquisa Formação de Professores e Ensino de Ciências (GPFPEC) da Universidade Federal de Alagoas – grupo no qual o pesquisador e o orientador desta pesquisa fazem parte – e a Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de São Luís do Quitunde.

Essa escolha permitiu uma conexão com a comunidade educacional local e a compreensão das necessidades formativas dos professores atuantes na educação básica. As relações estabelecidas ao longo do tempo entre o GPFPEC e a SEMED garantiram uma colaboração importante durante a implementação do curso de formação continuada, contribuindo para o desenvolvimento da pesquisa no contexto educacional.

O curso contou com a participação de professores, os quais exercem suas funções nas escolas situadas na zona urbana e/ou naquelas localizadas na zona rural do município. Para compreender o perfil desses educadores, optamos por conduzir um questionário que foi disponibilizado aos professores por meio da plataforma online "*Google Forms*", permitindo uma abordagem acessível para compreender suas experiências, perspectivas e necessidades no contexto educacional que são inseridos.

A partir das informações coletadas por meio do formulário obtivemos um total de 33 (trinta e três) respostas. Destas, 22 (vinte e dois) indivíduos responderam a todas as questões abordadas na pesquisa. Assim, com base nessas respostas, foi possível traçar o perfil dos docentes participantes da seguinte forma: **77,3%** são professores dos AIEF; **13,6%** são educadores que desempenham o papel de mediadores de Ciências nos AIEF; e **9,1%** são profissionais que ocupam cargos de coordenação pedagógica nas escolas de São Luís do Quitunde. É importante ressaltar que as respostas dos gestores escolares não serão consideradas nas análises dos dados desta pesquisa.

Diante dessas informações, percebemos que a experiência na docência dessa turma de professores é notavelmente diversificada. O grupo abrange desde educadores no início de suas carreiras, com apenas 5 (cinco) meses de experiência no ensino, até profissionais com mais de 32 (trinta e dois) anos de trajetória. Quanto à formação acadêmica, é notório que a maioria dos professores possui ensino superior, sendo graduados em Pedagogia ou em outras licenciaturas. Destaca-se que apenas um dos docentes não possui

formação de nível superior, mas concluiu o Curso Normal Superior (antigo magistério).

No que diz respeito ao local de trabalho, estes educadores desempenham suas funções em escolas que apresentam particularidades distintas. Entre eles, **40,9%** são professores que lecionam em turmas regulares dos AIEF, **4,6%** estão alocados em turmas multisseriadas, **13,6%** trabalham em escolas localizadas em áreas rurais, e **40,9%** estão vinculados a instituições de ensino em regime de tempo integral.

Além disso, no que tange à participação prévia em cursos relacionados ao Ensino de Ciências, **84,8%** afirmaram não ter frequentado qualquer formação continuada nessa área, já os outros **15,2%** dos professores indicaram ter participado de alguma formação para a área de Ciências da Natureza. Essa diversidade de contextos escolares e experiências formativas contribui para a complexidade do perfil desses educadores e pode influenciar significativamente a abordagem pedagógica adotada em suas práticas docentes.

Identificamos as principais dificuldades enfrentadas pelos professores no que diz respeito ao trabalho com o Ensino de Ciências. Entre as respostas, destaca-se: elaborar planejamentos para experiências investigativas; aprofundar conhecimentos na área de Ciências da Natureza; lidar com a escassez de tempo, falta de espaços adequados e de materiais pedagógicos; adaptar os conteúdos de Ciências à linguagem das crianças; aplicar abordagens lúdicas; e compreender a importância e o propósito dos temas abordados em Ciências.

Diante desses desafios identificados, o curso de formação continuada, intitulado "Saberes docentes mobilizados na construção de Sequências de Ensino Investigativo (SEI)", foi elaborado e implementado com os professores dos AIEF de São Luís do Quitunde/AL. Essa iniciativa objetivou suprir especificamente as lacunas identificadas, promovendo o desenvolvimento profissional dos docentes e aprimorando suas práticas pedagógicas no ensino de Ciências.

4.2.1. Saberes Docentes Mobilizados na Construção de Sequências de Ensino Investigativo: o curso de formação continuada

O curso de formação continuada de professores é proveniente da aprovação de um Projeto Universal financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A proposta destaca-se por sua abordagem abrangente da análise dos saberes mobilizados por professores dos AIEF e licenciandos de química, física e biologia. Ao longo de suas distintas etapas, o projeto buscou proporcionar um ambiente formativo rico em reflexões críticas sobre temas importantes para o contexto educacional atual.

O curso, que possui o mesmo nome, iniciou em maio de 2023 e durou até abril de 2024. Durante esses meses desenvolvemos o trabalho com várias temáticas relacionadas ao Ensino de Ciências e Biologia, Alfabetização Científica e Ensino de Ciências por Investigação.

É importante destacar que nos AIEF, é comum que as disciplinas sejam lecionadas por professores polivalentes ou generalistas, como pedagogos. Esses profissionais precisam de um amplo conhecimento teórico e metodológico para desempenhar suas funções de maneira eficaz (Briccia; Carvalho, 2016). Sabendo disso, Maués e Lima (2006) afirmam que a polivalência dos professores nos AIEF não se trata de uma mera justaposição de especialidades, mas da capacidade de contextualizar cada disciplina, noção e conteúdo de maneira a promover e intensificar o desenvolvimento infantil.

Moura (2020) afirma que a disciplina de Ciências é apenas uma entre muitas na carga horária dos professores generalistas, e é evidente a necessidade de uma formação que ofereça estratégias didáticas e metodologias específicas tanto para o Ensino de Ciências quanto para as demais disciplinas.

Sabendo disso, o curso foi organizado com temas que pudessem auxiliar no processo de construção de conhecimento dos professores para que pudessem compreender e implementar a abordagem do EnCI em suas aulas. Destacamos, abaixo (quadro 10), a organização do curso de formação de professores:

Quadro 10 – conteúdos abordados no curso de formação continuada.

Encontros	Temas trabalhados durante a formação:
1º Encontro	Histórico do Ensino de Ciências no Brasil
2º Encontro	Natureza da Ciência (O que é Ciência? Quem “pode” fazer ciências? Quem é cientista?)
3º Encontro	Alfabetização Científica (incluindo os indicadores)
4º Encontro	Aulas teóricas X práticas (distanciamentos e aproximações)

5º Encontro	Abordagens x Metodologias X Materiais didáticos
6º Encontro	O Ensino de Ciências por Investigação (Aspectos históricos x Teóricos)
7º Encontro	O EnCI e a proposição de Atividades Investigativas
8º Encontro	Atividades Investigativas e Sequências de Ensino Investigativo
9º Encontro	Vivenciando Atividades Investigativas
10º Encontro	Como elaborar uma atividade investigativa a partir do que já se tem?
11º Encontro	Como elaborar uma SEI?
12º Encontro	Elaboração das SEI pelos professores, juntamente com os pesquisadores do grupo de pesquisa.

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Dentro desse escopo, o curso empenhou-se em explorar a trajetória histórica do EC no Brasil, entendendo a natureza da ciência e buscando estratégias para incentivar que os professores instiguem e promovam a AC nos seus alunos. No primeiro encontro, os participantes estudaram a evolução do EC no Brasil, analisando as mudanças curriculares ao longo do tempo e as influências políticas e sociais que influenciaram a educação científica no país.

No segundo momento os professores compreenderam a natureza da ciência, nesse encontro os formadores exploraram questões importantes sobre o que é ciência, quem pode fazer ciência e quem é considerado cientista, com o objetivo de desmistificar estereótipos e ampliar a compreensão sobre o papel da ciência na sociedade.

Durante o terceiro encontro, o foco foi a Alfabetização Científica. Nele, o objetivo era destacar a importância da AC para a formação de cidadãos críticos e informados. Os indicadores de AC foram apresentados como ferramentas para identificar e analisar a capacidade de compreensão e aplicação dos conhecimentos científicos dos estudantes.

Além disso, a discussão sobre a interrelação entre aulas teóricas e práticas, as diversas abordagens metodológicas e o papel dos materiais didáticos trouxeram uma perspectiva ampliada sobre como se trabalhar a disciplina de ciências atualmente, nesse encontro os cursistas foram instigados a discutir as diferenças, vantagens e como essas abordagens podem se complementar para proporcionar um ensino mais envolvente.

No quinto encontro, os participantes refletiram e exploraram diversas abordagens e metodologias do ensino de ciências, bem como a importância da escolha adequada de materiais didáticos para facilitar o aprendizado e o engajamento dos alunos.

Seguindo o percurso do curso, os aspectos históricos e pressupostos teóricos do EnCI foram analisados, destacando as origens e o desenvolvimento dessa abordagem educacional que promove o aprendizado e a construção do conhecimento por meio da investigação.

Em seguida, os professores aprenderam sobre a proposição de atividades investigativas no contexto do EnCI, discutindo como elas podem ser estruturadas para incentivar a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos. Nesse sentido, de forma a complementar o entendimento dos cursistas, os participantes tiveram a oportunidade de vivenciar atividades investigativas na prática, experimentando diretamente a abordagem discutida e refletindo sobre suas aplicações em sala de aula.

No encontro seguinte foi discutido como elaborar atividades investigativas a partir de recursos e conhecimentos já disponíveis, incentivando a criatividade e a adaptação de materiais existentes para o ensino investigativo. Dessa forma, os participantes aprenderam os passos para elaborar uma SEI, discutindo os elementos essenciais e as melhores práticas para desenvolver uma sequência que possa aproximar os alunos dos conhecimentos científicos.

Por último, os professores trabalharam em colaboração com pesquisadores do grupo de pesquisa para desenvolver suas próprias SEI, aplicando os conceitos e metodologias aprendidos ao longo do curso e recebendo orientações para aprimorar suas propostas.

A etapa de acompanhamento e orientação dos professores no planejamento de suas sequências foram feitas pelos pesquisadores, reforçando a abordagem colaborativa e a troca de experiências entre os participantes. Vale ressaltar que a amplitude do curso não se limitou aos professores participantes, mas envolveu também a participação ativa de estudantes de graduação, mestrados, doutorandos e doutores durante o planejamento e execução das formações.

4.2.1.1. A produção das Sequências de Ensino Investigativo

Como um dos resultados do curso, os professores foram desafiados a trabalhar colaborativamente em grupos, elaborando SEI, com base nos conhecimentos construídos, que seriam implementadas em suas respectivas

salas de aula. Cada grupo recebeu a responsabilidade de abordar uma temática específica, de livre escolha, contribuindo para a diversidade e abrangência das SEI desenvolvidas.

Durante os encontros formativos seguintes, os professores apresentaram os resultados de suas elaborações e implementações de maneira detalhada, utilizando apresentações de slides para compartilhar cada fase do material produzido e exibir imagens que documentassem a participação ativa dos alunos durante a implementação das sequências. O retorno com os resultados dessa implementação tornou-se uma prática reflexiva e um ponto central de discussão nos encontros formativos subsequentes, fomentando um ambiente rico em trocas de experiências e aprendizados entre todos os participantes.

Após essa primeira exposição, os pesquisadores dos grupos conduziram uma análise, buscando identificar e avaliar a presença dos elementos essenciais do Ensino por Investigação. Esse momento proporcionou uma oportunidade para a reflexão coletiva sobre a aplicação prática das SEI, enriquecendo o processo formativo. Finalizando essa etapa, os professores encaminharam as versões de suas produções para o grupo de formadores.

4.3. Instrumentos utilizados para a obtenção dos dados

A obtenção dos dados foi realizada por meio de alguns instrumentos, incluindo diários de bordo, questionários, gravações em áudio, fotografias e a produção de SEI.

O curso de formação continuada foi integralmente acompanhado com o propósito de analisar o desenvolvimento e o engajamento dos professores ao longo desses encontros. Durante esses momentos, utilizamos o diário de bordo como ferramenta para coleta de dados, registrando e detalhando todas as ações ocorridas durante a formação. Conforme destacado por Vosgerau, Meyer e Contreras (2016), o diário de bordo pode integrar o corpus de análise de qualquer pesquisa. Nele, podemos inserir informações que enriquecerão a análise do material, proporcionando, ademais, o registro minucioso das atividades em execução, possibilitando que, em um momento futuro, o pesquisador retorne ao contexto do estudo, organizando as próximas etapas com base nas informações registradas.

Além disso, empregamos um questionário com o propósito de coletar informações relevantes sobre os participantes. Compreendemos que a estrutura dos questionários facilita a análise dos dados, contribuindo para uma compreensão mais abrangente do contexto estudado. O questionário, aplicado aos docentes, apresentou questões relacionadas aos objetivos da pesquisa, com questões abertas e fechadas. A intenção foi identificar o perfil dos professores participantes da formação continuada, além de compreender seus conhecimentos prévios, acerca do ensino de Ciências e da proposta do Ensino por Investigação.

Houve também o registro de informações por meio de fotografias e materiais de apoio para que os professores pudessem criar e desenvolver as sequências. Além disso, observamos as apresentações em *slides (powerpoint)* feitas pelos professores, nas quais compartilharam suas próprias produções para todo o grupo de participante.

4.4. Em busca das Sequências de Ensino Investigativo com foco em Conhecimentos Biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: a Revisão Sistemática de Literatura

A partir de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), identificamos e analisamos as características das SEI para os AIEF que trabalhem conhecimentos biológicos. Para isso, utilizamos das etapas propostas pelos autores Ramos, Faria e Faria (2014), que organizaram um protocolo para RSL com algumas especificidades para as áreas da Educação e Ensino. O protocolo foi elaborado com as etapas fundamentais para o desenvolvimento de uma RSL, a saber: definição dos objetivos; equações da pesquisa; âmbito da pesquisa; critérios de inclusão e exclusão; critérios de validade metodológica; apresentação dos resultados e tratamentos dos dados.

A seguir (quadro 11), destaca-se o protocolo, com base nos autores que dão suporte para a sistematização:

Quadro 11 – Protocolo adaptado a partir da pesquisa de Ramos, Faria e Faria (2014).

Objetivos	Identificar SEI que abrangem conhecimentos biológicos nos anos iniciais do ensino fundamental;
-----------	--

Equação da pesquisa	Qualquer campo é (exato) Ensino de Ciências por Investigação; Ou qualquer campo é (exato) Ensino de Biologia por Investigação; Ou qualquer campo é (exato) Sequência de Ensino Investigativa; Ou qualquer campo é (exato) Sequência de Ensino Investigativo; E qualquer campo é (exato) Temas Biológicos; E qualquer campo é (exato) Ensino de Biologia; E qualquer campo é (exato) Ensino de Biologia por Investigação.
Âmbito da pesquisa	Portal de Periódicos CAPES.
Critérios de inclusão	Artigos que possuem, exatamente, os descritores no seu título e/ou assunto; Artigos publicados nos últimos 10 anos (2013 a 2022); Artigos que tratam de SEI com conhecimentos biológicos; Artigos que apresentem a discussão de professores que trabalham ou trabalharam com o desenvolvimento de SEI com conhecimentos biológicos.
Critérios de exclusão	Artigos duplicados; Artigos que não abordam conhecimentos relacionados com a Biologia; Artigos que não apresentam uma Sequência de Ensino Investigativo em sua estrutura. Artigos que não são direcionados aos anos iniciais do ensino fundamental
Critérios de Validade metodológica	Discussão e revisão por meio de um grupo de pesquisa.
Resultados	Esperamos, com essa RSL, identificar e diferenciar as características das SEI que trabalhem com conhecimentos biológicos e os passos dos(as) professores(as) durante a elaboração das sequências.
Tratamento de dados	Software EndNOTE

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para a RSL, visitamos o Portal de Periódicos CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br>) e realizamos uma busca avançada com o intuito de ampliar a investigação. A escolha exclusiva desse periódico para a revisão aconteceu considerando sua reconhecida qualidade, abrangência nacional e relevância das fontes disponíveis. O Portal da CAPES é amplamente aceito pela comunidade acadêmica e oferece uma vasta gama de publicações científicas revisadas por pares, garantindo a credibilidade das informações. A utilização de um único portal também simplifica e sistematiza o processo de revisão, aumentando a eficiência e clareza da análise. Ainda consideramos aspectos práticos, como a familiaridade com a interface e as ferramentas de

busca avançadas do portal, permitindo uma pesquisa mais precisa e direcionada, economizando tempo e recursos.

Buscamos artigos dos últimos 10 anos, a partir dos seguintes descritores: ensino de ciências por investigação, ensino de biologia por investigação, sequência de ensino investigativo, sequência de ensino investigativa, temas biológicos, ensino de Biologia, e ensino de Biologia por investigação. A revisão foi realizada na primeira quinzena do mês de julho do ano de 2022.

Seguindo a sequência de passos estabelecida por Ramos, Faria e Faria (2014), após a escolha dos descritores, a próxima etapa foi a organização da equação de pesquisa, com a utilização das ferramentas de busca disponibilizadas no banco de dados escolhido. No portal escolhido, é possível organizar a equação de pesquisa com o uso de “e”, “ou” ou “não”. A partir disso, podemos realizar a pesquisa de um e outro(s) termo(s), um ou outro(s) termo(s) e um termo e não outro(s).

Ainda sobre essa fase, o portal da base de dados permite identificar a busca com “é exato”, quando procura-se com exatidão os termos colocados, ou “contém”, que serve para buscar qualquer uma das palavras dos termos de pesquisa. Além disso, também é possível identificar os termos em “qualquer campo” ou apenas no “título” e/ou “palavras-chave”. Podemos observar a equação da pesquisa, no site da CAPES, como mostra a figura a seguir (figura 1):

Figura 1 – Equação de Pesquisa realizada no portal de periódicos CAPES.

Filtros de busca		Tipo de material	
Qualquer campo	é (exato)	Artigos	
OU		Idioma	
Qualquer campo	é (exato)	Qualquer idioma	
OU		Data de publicação	
Qualquer campo	é (exato)	Últimos 10 anos	
OU			
Qualquer campo	é (exato)		
E			
Qualquer campo	é (exato)		
E			
Qualquer campo	é (exato)		
E			
Qualquer campo	é (exato)		

Fonte: Portal de periódicos CAPES. Julho de 2022.

Após a implementação da equação de pesquisa, identificamos um total de 167 artigos que discutem a temática no período de 2013 a 2022. A partir desse resultado, iniciamos o processo de “inclusão” e “exclusão” com o intuito de filtrar os dados de acordo com os objetivos propostos pela RSL.

Para inclusão ou exclusão dos artigos no escopo da análise, realizamos a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave para a identificação da abordagem dos trabalhos. Quando não era possível encontrar as temáticas discutidas nesses tópicos houve a ampliação da leitura para as seções destinadas à metodologia e conclusões.

Aqueles artigos que seguem todos os critérios de inclusão (artigos que possuem, exatamente, os descritores no seu título e/ou assunto, artigos publicados nos últimos 10 anos, artigos que tratam de SEI que abrangem conhecimentos biológicos, artigos que apresentem a discussão de professores que trabalham ou trabalharam com o desenvolvimento de SEI com conhecimentos biológicos) foram analisados. Já os artigos duplicados, fora da temática do ensino de biologia, de uma etapa de ensino diferente dos AIEF, e/ou que não apresentaram uma SEI na sua estrutura foram excluídos do escopo. Assim, seguindo à risca todos os passos do nosso protocolo, a RSL identificou 8 artigos.

Com o intuito de obter uma maior clareza e fidedignidade ao protocolo, organizamos algumas reuniões com grupos de pesquisas e pesquisadores da área para validar a elaboração e a nitidez dos processos. Tais características são propostas pelos autores que foram utilizados como base na elaboração do protocolo durante a etapa de “critério de validade metodológica”. Já para o tratamento dos dados coletados, utilizamos o Software *EndNOTE*, que serviu para a organização das referências e exclusão dos artigos duplicados da revisão.

4.5. O processo de análise dos dados

Para esta pesquisa, foi adotada a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) para organização e análise dos dados. A análise de conteúdo é uma ferramenta essencial para pesquisas em ciências humanas e sociais, permitindo uma abordagem rigorosa e sistemática na análise de documentos e textos. Essa

técnica de organização dos dados é composta por três fases (Bardin, 2016), a saber:

- Pré-análise: nesta fase, ocorre a organização do material a ser analisado, incluindo a leitura flutuante, a escolha dos documentos e a formulação de hipóteses e objetivos.
- Exploração do material: consiste na codificação dos dados, onde o conteúdo é transformado em unidades de análise, categorizadas e classificadas de acordo com critérios definidos.
- Tratamento dos resultados, inferência e interpretação: os dados categorizados são interpretados, buscando-se identificar significados, padrões e inferências que respondam aos objetivos da pesquisa.

Na fase de pré-análise, realizamos a leitura flutuante dos dados e a partir dela ocorreu a construção do corpus de pesquisa, a saber: oito SEI derivadas da RSL e duas SEI construídas pelos docentes durante o curso de formação continuada. Segundo Bardin (2016) o corpus considera todos os documentos da pesquisa que serão submetidos aos procedimentos de análise.

A partir disso, organizamos os dados coletados para identificar padrões, e a criação de categorias de análise. Depois, na fase de exploração do material, foi realizada a codificação e categorização sistemática, preparando os dados conforme padrões emergentes e temas relevantes.

Por fim, na fase de tratamento dos resultados, aconteceu a interpretação onde buscamos entender os significados dos dados relacionados às SEI e à integração dos conhecimentos biológicos nos AIEF.

Bardin (2016) destaca que uma etapa crucial de uma metodologia é a definição da técnica a ser utilizada na pesquisa. Nesse contexto, esta pesquisa adotou a técnica de análise categorial:

[...] funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação com temas, ou análise temática, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos directos (significações manifestas) e simples (Bardin, 2016, p. 153).

Interpretamos, que ao mencionar “texto”, Bardin se refere ao material estudado. Sabendo disso, essa técnica de análise permite identificar e organizar

temas recorrentes, facilitando a interpretação e a compreensão dos dados coletados. Deste modo, essa pesquisa segue o padrão proposto por Bardin (2016): Análise de Conteúdo com a Técnica de Análise Categorial.

Nossa análise é realizada a partir de dois principais pontos. Primeiramente, identificamos as atividades mais frequentes nas sequências de ensino, com o objetivo de compreender as suas particularidades quando aplicadas aos conhecimentos biológicos, destacando as principais estratégias didáticas utilizadas.

Em um segundo momento, investigaremos as especificidades dos conhecimentos biológicos propostas por Mayr (1998), apresentando exemplos de SEI que incorporam esses elementos.

4.5.1. Análise das atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo com Conhecimentos Biológicos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Nessa primeira etapa da análise, com base nos dados levantados, foi possível identificar e agrupar as atividades das SEI analisadas, em quatro categorias, a saber: Interação e trabalho em grupo; Experiência Prática e Observação; Representação e Organização do Conhecimento, e Reflexão e Avaliação. A seguir, apresentamos o que cada um dessas categorias abrange:

Interação e trabalho em grupo - esta categoria abrange atividades que promovem a interação entre os estudantes, incentivando a troca de ideias e a construção conjunta do conhecimento, permitindo que os alunos compartilhem suas hipóteses, argumentem sobre fenômenos observados e colaborem na resolução de problemas. Essas estratégias valorizam o diálogo e o aprendizado colaborativo, fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo.

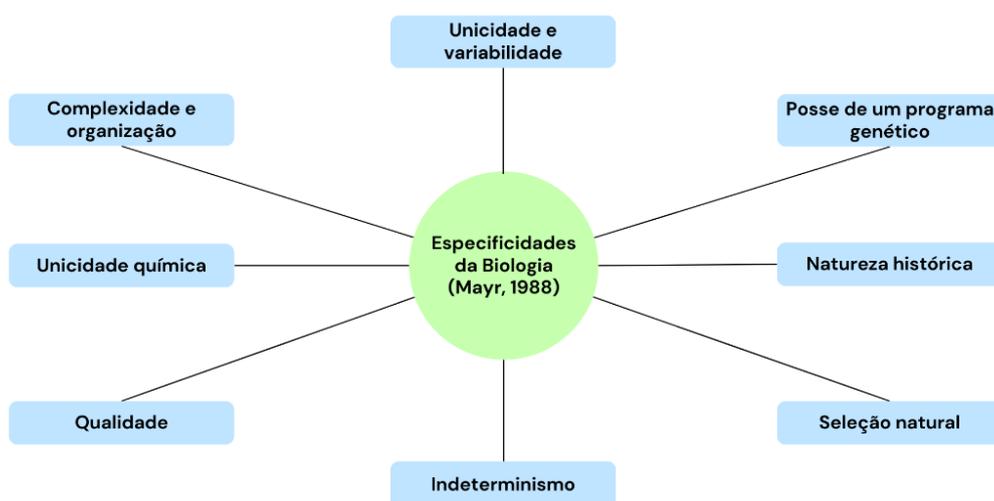
Experiência prática e Observação - se caracteriza pela presença das atividades que trabalham os conhecimentos biológicos a partir de práticas, experimentos e observação, processos fundamentais para o desenvolvimento de habilidades investigativas

Representação e Organização do Conhecimento - envolve atividades em que os alunos organizam e registram os conhecimentos construídos, muitas vezes por meio de desenhos, textos, tabelas e outras formas de representação visual e escrita. Esse processo permite que eles sistematizem suas observações e compreensões de maneira concreta e estruturada, facilitando a assimilação do conteúdo.

Reflexão e Avaliação - envolve as atividades em que os estudantes analisam suas próprias vivências e aprendizagens, a fim de identificar o que foi compreendido, quais hipóteses foram confirmadas ou modificadas, e como o conhecimento foi construído ao longo das SEI.

4.5.2. Em busca das especificidades dos Conhecimentos Biológicos presentes nas Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Na segunda etapa da análise dos dados desta tese, será adotado o esquema baseado nas especificidades da Biologia conforme os estudos de Mayr (1988), a saber:



Cada especificidade proposta por Mayr (1998) foi transformada em categoria, tais como "Complexidade e organização", "Unicidade química", "Qualidade", "Unicidade e variabilidade", "Posse de um programa genético", "Natureza histórica", "Seleção natural" e "Indeterminismo". Elas servem como base para identificar as possibilidades do trabalho dos conhecimentos biológicos nas SEI.

4.6. Aspectos éticos e legais da pesquisa

A presente pesquisa foi submetida à avaliação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), recebendo aprovação em 10 de abril de 2023, sob o parecer de número 5.992.045, que pode ser observado no final do trabalho, em anexo. Este processo assegura que a pesquisa está em conformidade com as normas éticas estabelecidas, considerando aspectos como a proteção dos direitos e a privacidade dos envolvidos.

Para garantir a participação consciente e voluntária dos professores, os principais participantes da pesquisa, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Esse documento explicita de forma clara e compreensível os objetivos da pesquisa, os procedimentos envolvidos, os potenciais benefícios e possíveis riscos, permitindo que os participantes tomem uma decisão sobre sua participação.

Os registros documentais, incluindo o parecer de aprovação do Comitê de Ética e o TCLE, estão disponíveis nos anexos e apêndices da pesquisa. Essa prática reforça a transparência do estudo. Dessa forma, a pesquisa busca assegurar a validade científica de seus resultados, a ética e a responsabilidade na condução de estudos que envolvem seres humanos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. As Sequências de Ensino Investigativo

Após a implementação do protocolo da RSL, obtivemos 8 trabalhos que apresentam na sua estrutura, pelo menos uma SEI direcionada aos AIEF com conhecimentos biológicos. No quadro abaixo (Quadro 12), podemos observar a organização das SEI que foram agrupados da seguinte forma: na primeira coluna, temos a identificação dos trabalhos (SEI1 a SEI8); na segunda coluna, o ano de publicação; em seguida, os(as) autor(es)(as), seguido do título dos trabalhos, o periódico em que cada pesquisa foi publicada e a etapa de ensino que a pesquisa foi destinada:

Quadro 12 – organização dos dados encontrados nas SEI

ID	Ano	Autor(a)(s)	Título	Periódico	Etapa de Ensino
SEI1	2016	Lima; Schulz	Investigando o sistema urinário nos anos iniciais do ensino fundamental: construindo saberes para a vida	Revista Dynamis	4º ano do Ensino Fundamental
SEI2	2017	Moraes; Carvalho	Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre falas e representações gráficas dos alunos	Ciência e Educação	1º ano do Ensino Fundamental
SEI3	2018	Moraes; Carvalho	Proposta de sequência de ensino investigativa para o 1º ano do ensino fundamental	Espaço Pedagógico	1º ano do Ensino Fundamental
SEI4	2018	Santos; Galembeck	Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	3º ao 5º ano do Ensino Fundamental

SEI5	2018	Zômpero; Tedeschi	Atividades investigativas e indicadores de alfabetização científica em alunos dos anos iniciais do ensino fundamental	Espaço Pedagógico	2º ano do Ensino Fundamental
SEI6	2020	Franco; Munford	O ensino de ciências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1º ano do Ensino Fundamental
SEI7	2021	Bertola; Moraes	Os registros gráficos no contexto do Ensino de Ciências por Investigação: em foco o Programa de Residência Pedagógica	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	3º ano do Ensino Fundamental
SEI8	2021	Conceição; Fireman	O ensino de botânica: proposta de ensino investigativo para o 2º ano do ensino fundamental	Revista Insignare Scientia	2º ano do Ensino Fundamental

Fonte: dados da pesquisa (2022)

Vale ressaltar que durante nossa análise identificamos que o segundo e o terceiro trabalho (SEI2 e SEI3) são das mesmas autoras e a sequência utilizada nas produções é a mesma.

No próximo quadro (quadro 13), apresentamos as SEI desenvolvidas durante o curso de formação de professores. Destacamos que nosso foco é analisar os produtos resultantes, ou seja, as sequências que abordam conhecimentos biológicos, e não a formação continuada em si, por esse motivo não haverá distinção entre elas e aquelas encontradas na RSL.

Durante este curso, foram produzidas duas SEI que apresentam conhecimentos biológicos. No quadro abaixo, damos continuidade a organização dos trabalhos mencionada anteriormente, precedido da sigla SEI CFC (Sequência de Ensino Investigativo – Curso de Formação Continuada) denominando-as como "SEI CFC 1" e "SEI CFC 2". Nesses casos, apresentamos apenas a SEI, por esse motivo o campo "periódico" foi excluído do quadro.

Quadro 13 – resumo das SEI produzidas durante o curso de formação continuada

ID	Ano	Autores(as)	Título da SEI	Etapa de Ensino
SEICF C1	2023	Participantes do curso de formação continuada	Cana de Açúcar: a principal fonte de renda da minha comunidade São Frutuoso	1º ao 5º ano
SEICF C2	2023	Participantes do curso de formação continuada	Alimentação e Hábitos Alimentares	5º ano

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Na próxima seção apresentamos uma breve descrição das pesquisas encontradas, destacando um resumo de cada trabalho resultado da RSL, com informações gerais sobre os objetivos, temas discutidos, metodologia e principais resultados. E, em seguida, exibimos um resumo das SEI produzidas durante o curso de formação continuada.

5.1.1. Mapeamento dos trabalhos analisados: objetivos, metodologias e principais resultados

Nessa etapa delineamos um mapeamento dos artigos resultantes das SEI, (SEI 1 a SEI 8 da RSL e SEICFC01 e SEICFC02 do curso de formação continuada) destacando os objetivos, as metodologias, e alguns pontos positivos, bem como algumas dificuldades do trabalho com as SEI com conhecimentos biológicos. Todas as afirmações presentes nos resumos foram extraídas diretamente dos trabalhos, sem adição de interpretações.

SEI1 – Lima e Schulz (2016) tiveram como objetivo observar e analisar a construção do conhecimento escolar acerca do sistema urinário por meio do conhecimento científico. Os autores trabalharam com a pesquisa-ação com 36 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental. Como resultados, perceberam que as atividades proporcionaram uma reflexão sobre a prática docente e a inserção dos estudantes no processo de aprendizado, uma vez que esses conhecimentos científicos extravasam o âmbito da sala de aula, e servem para toda a vida. Os autores apresentam o ensino por investigação como uma “metodologia” capaz de valorizar as ideias dos estudantes e colocá-los como ativos no processo de construção dos seus conhecimentos. Já como limites do

EnCI, destacam que existe uma necessidade de melhorias na formação dos professores.

SEI2 – Moraes e Carvalho (2017) mostraram como crianças de 6 anos conseguem engajar-se em discussões científicas com seus colegas e com o professor. Os estudantes, do 1º ano do Ensino Fundamental, após as aulas que tiveram com o tema “De onde vêm as borboletas?”, criaram registros gráficos (desenhos), que foram analisados em associação com suas falas. As autoras perceberam que os dados apresentaram o uso de termos específicos e preocupação com aspectos morfológicos do inseto, bem como a compreensão do seu ciclo de vida.

SEI3 – Moraes e Carvalho (2018) organizaram uma sequência de ensino com o intuito de verificar as habilidades relacionadas com os processos de Alfabetização Científica, focando em elementos como as linguagens oral e escrita no desenvolvimento das atividades e na aprendizagem dos alunos do 1º ano do Ensino Fundamental. A pesquisa é de natureza qualitativa, com caráter de estudo de caso com a observação de um ciclo de vida de um inseto. As aulas foram gravadas, transcritas e analisadas a partir de categorias preestabelecidas. Como resultados, as autoras apontam que a atividade proporcionou oportunidades reais para o desenvolvimento das habilidades propostas com o intuito de levar os estudantes à Alfabetização Científica. As autoras destacam que o uso de atividades investigativas deve ser considerado desde os AIEF, uma vez que as habilidades desenvolvidas podem favorecer a aprendizagem dos estudantes, bem como o desenvolvimento da AC.

SEI4 – Santos e Galembeck (2018) buscaram evidenciar o papel das sequências didáticas investigativas para o ensino e a aprendizagem em ciências. Para isso, os autores implementaram sequências de aulas com alunos do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental, com os temas: artrópodes; água e lixo, em diferentes momentos. Os autores afirmam que os resultados evidenciam contribuições do ensino por investigação para a elaboração de argumentos, hipóteses e perguntas, contribuindo para o processo de Alfabetização Científica dos estudantes.

SEI5 – Zompero e Tedeschi (2018) tiveram como objetivo analisar a presença dos indicadores de Alfabetização Científica pelos estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental, a partir de uma sequência didática investigativa,

envolvendo a educação ambiental. Como principais resultados, os autores destacam a manifestação dos indicadores de Alfabetização Científica, bem como a compreensão de etapas para a resolução de problemas e melhorias quanto à linguagem científica. Tais fatos são considerados pontos importantes e positivos das SEI. As principais dificuldades enfrentadas pelos alunos tiveram relação com a adaptação ao processo. A maioria dos estudantes está inserida e habituada ao ensino tradicional, sem atividades em que eles são ativos e estão envolvidos no processo de construção de seus conhecimentos. Esses fatores, algumas vezes, atrapalharam o desenvolvimento e o envolvimento nas atividades investigativas.

SEI6 – Franco e Munford (2020) analisaram como alunos do 1º ano do Ensino Fundamental construíram, discursivamente, articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico. Para isso, foi implementada uma sequência de ensino que abordava a Biologia de um inseto. As aulas foram gravadas em vídeo, transcritas e analisadas. Os resultados indicam uma evidência para o discurso oral dos estudantes, porém, também é perceptível a existência de diferentes caminhos para as articulações entre os três domínios.

SEI7 – Bertola e Moraes (2021), no contexto do Programa Residência Pedagógica, tiveram como objetivo investigar se os estudantes, durante o engajamento em atividades investigativas, podem aprimorar os processos de produção textual. Para isso, as autoras trabalharam com uma revisão de literatura e um estudo de caso, em que houve a implementação de uma SEI, intitulada “A classificação dos seres vivos” (aqui analisaremos apenas os dados do estudo de caso). As autoras afirmam que o trabalho com a SEI contemplou atividades de escrita e leitura relacionadas com pesquisas, experimentações, atividades lúdicas, bem como a sistematização e aprofundamento do que foi estudado.

SEI8 – Conceição e Fireman (2021) desenvolveram e implementaram uma SEI com uma turma de 2º ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de investigar as contribuições do ensino por investigação para o desenvolvimento da Alfabetização Científica em conteúdos de botânica. A pesquisa foi caracterizada como qualitativa, de natureza descritiva e explicativa. Como resultados positivos, os autores afirmam que, por meio da observação das plantas e das discussões oriundas do plantio de uma banana, os alunos puderam

explorar, levantar hipóteses, realizar explicações e, ainda, registrar e comunicar suas descobertas, práticas comuns à Alfabetização Científica. O tempo das aulas apareceu como um ponto negativo. Os pesquisadores afirmam que perceberam a necessidade de reduzir algumas atividades, mas não o tempo de realização delas.

Como mencionamos anteriormente, as SEI “SEICFC01” e “SEICFC02” são derivadas do curso de formação continuada e, até o momento de conclusão desse texto, não houve implementação e/ou elaboração de trabalho científico com esse material. Por esse motivo, apresentaremos no resumo apenas sua estrutura e organização:

SEICFC01 - A sequência intitulada "CANA DE AÇÚCAR: A principal fonte de renda da minha comunidade São Frutuoso" tem como objetivo valorizar e informar sobre a principal fonte de renda dessa comunidade rural, promovendo a permanência das famílias e alunos no campo. Destinada aos alunos do 1º ao 5º ano, a sequência aborda a importância da cana de açúcar na comunidade, produtos derivados da cana, etapas da produção do açúcar e inclui um experimento com açúcar, corante e água. Com uma duração prevista de quatro aulas, os materiais indicados incluem papel, gravuras, cola, fita adesiva, cana de açúcar, álcool, papelão, corante e açúcar. A avaliação proposta é baseada na observação e participação contínua dos estudantes durante as atividades. A SEI desenvolve habilidades alinhadas à BNCC, especificamente EF02CI04 (que contém conhecimentos biológicos) e EF03CI10.

SEICFC02 - A sequência "Alimentação e Hábitos Alimentares" tem como objetivo ensinar às crianças a importância dos hábitos alimentares para o desenvolvimento e manutenção da saúde humana, destacando a necessidade de conhecimento sobre alimentação desde cedo para uma vida saudável. Destinada ao 5º ano, a SEI aborda conteúdos como hábitos alimentares, experimento sobre a conservação de alimentos e transformações dos alimentos. Com duração prevista de quatro aulas, os materiais propostos para as atividades incluem papel, gravuras, cola, fita adesiva, bandejas, frutas, pipoca e refrigerante. A avaliação será baseada na observação e participação contínua dos estudantes durante as atividades, desenvolvendo habilidades alinhadas à BNCC.

5.2. Atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo com Conhecimentos Biológicos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Nesse tópico apresentamos as atividades que compõem as SEI com Conhecimentos Biológicos para os AIEF. O quadro (quadro 14) evidencia, de forma geral, como essas atividades estão estruturadas, delimitando as estratégias utilizadas, os locais que foram desenvolvidas, a quantidade de aulas e os temas trabalhados em cada SEI:

Quadro 14 – resumo das atividades encontradas nas SEI

SEI	Principais estratégias utilizadas	Locais das Atividades	Quantidade e de Aulas	Temas trabalhados
SEI 1	Roda de conversa, experimentos práticos, produção de cartazes, dinâmica, maquetes, visitas a campo, observação, registros, coleta de amostras e produção de panfletos	Sala de aula e Instituto do Rim	Apx. 4 aulas	Sistema Urinário, função dos rins e prevenção de doenças
SEI 2	Roda de conversa, aula passeio, trabalhos em grupo, leitura e interpretação textual, montagem de terrários, observação, registros (desenhos, textos, gráficos), vídeos, jogos didáticos e teatro	Sala de aula, Horta e Laboratório	10 aulas	Ciclo de vida das borboletas, metamorfose
SEI 3	Roda de conversa, aula passeio, trabalhos em grupo, leitura e interpretação textual, montagem de terrários, observação, registros (desenhos, textos, gráficos), vídeos, jogos didáticos e teatro.	Sala de aula, Jardim da escola e laboratório	10 aulas	Insetos, metamorfose, alimentação dos insetos
SEI 4	Coleta de amostras, análise de pH, aulas de campo, registros e elaboração de perguntas,	Sala de aula, Represa e laboratório	Apx. 1 ano	Ecosistemas aquáticos, qualidade da água, pH

	observação e coleta de amostras, pesquisa online.			
SEI 5	Debate, experimentos, coleta e manipulação de materiais, roda de conversa, observação, comparação de dados e produção textual	Sala de aula, Casa dos alunos	3 aulas	Educação ambiental, reciclagem, decomposição
SEI 6	Análise de dados, argumentação, trabalho em grupo, debate, leitura de livros, observação, produção e registros, manipulação e cuidados com animais, aulas de campo, realização de experimentos	Sala de aula, aula de campo e laboratório	9 aulas	Relação entre conhecimento conceitual, epistêmico e social
SEI 7	Roda de conversa, leitura de livros, classificação de seres vivos, observação, experimento, jogo didático e registros.	Sala de aula, Escola	6 aulas	Ensino de Ciências, utilização de registros gráficos
SEI 8	Roda de conversa, classificação de seres vivos, trabalhos em grupo, identificação de estruturas, produção textual, registros, vídeos.	Sala de aula, Laboratório	2 aulas	Morfologia das plantas, reprodução, ciclo de vida
SEI CFC 1	Leitura de texto, demonstração, construção de cartazes, aula de campo, pesquisas, observação, manipulação e experimento.	Sala de aula, canavial	4 aulas	Cana-de-açúcar, etapas de produção, produtos derivados
SEI CFC 2	Leitura de texto, construção de pirâmide alimentar, experimentos	Sala de aula,	4 aulas	Alimentação saudável, conservação e transformação de alimentos

Fonte: dados da pesquisa (2024)

Os dados do quadro apresentam que as SEI utilizam uma variedade de estratégias, com destaque para experimentos, trabalho em grupo, e rodas de conversa/discussão. Atividades como a manipulação de objetos e observação

reforçam o caráter investigativo e prático dessas sequências. Além disso a leitura, registros de informações e sistematização do conhecimento também são elementos importantes presentes.

No que tange os locais das atividades variam entre sala de aula, laboratórios, ambientes externos e instituições especializadas, como no Instituto do Rim, oferecendo diferentes contextos para a aprendizagem. Quanto à quantidade de aulas, as SEI são flexíveis, com algumas ocorrendo em 2 a 10 aulas e outras se estendendo por meses. Os conhecimentos biológicos abordados também são diversos, indo desde sistemas biológicos até ecologia e processos agrícolas, mostrando a versatilidade dessas sequências para explorar temas na área.

A partir disso, nossa análise permitiu identificar e agrupar as atividades nas seguintes categorias: **Interação e Trabalho em Grupo; Experiência Prática e Observação; Representação e Organização do Conhecimento, e Reflexão e Avaliação**. A seguir, são discutidos os resultados obtidos em cada uma delas.

5.2.1. Interação e trabalho em grupo

As atividades que incentivam a interação social e a construção coletiva do conhecimento estão frequentemente presentes nas SEI analisadas. Uma das principais estratégias identificadas é a roda de conversa, utilizada muitas vezes como ferramenta para levantar os conhecimentos prévios dos alunos, estimular a formulação de hipóteses e sistematizar coletivamente o conhecimento.

Na SEI1, que aborda sobre conhecimentos biológicos relacionados ao Sistema Urinário, os alunos participaram de uma roda de conversa inicial, na qual foram discutidas questões como:

“o que é o rim?”, “qual é a sua função?”; “quais doenças o rim pode ter?”; “quais as causas das doenças no rim?” e “o que podemos fazer para evitar as doenças no rim?” (SEI1)

A atividade proposta, bem como os questionamentos sugeridos estão alinhados com a proposta de Carvalho (2013), que defende que as atividades investigativas devem oferecer aos estudantes oportunidades para explorar seus

conhecimentos prévios, expressar seus pensamentos e discuti-los tanto com os colegas quanto com o professor.

Essa atividade pode possibilitar o compartilhamento de ideias e a troca de informações e saberes entre os alunos, promovendo uma construção colaborativa dos conhecimentos biológicos relacionados ao funcionamento dos rins e sua importância para a saúde. Nesse sentido, Azevedo (2006) destaca que a essência do ensino por investigação é a ação colaborativa, assegurando a participação conjunta de todos os envolvidos.

Na SEI sobre Cana-de-açúcar (SEICFC1) as atividades relacionadas a Interação e trabalho em grupo envolvem uma aula passeio a um canavial. Essa atividade de campo, seguida da construção de materiais que abordam conhecimentos relacionados com o plantio da cana, exemplificam como o trabalho coletivo fomenta a construção do conhecimento com base em vivências do cotidiano. Sob esse aspecto, Cleophas (2016) afirma que as atividades investigativas podem ser desenvolvidas inclusive em espaços não formais, como no caso da atividade proposta na SEICFC1. Durante uma visita ao canavial, por exemplo, é possível observar diversos eventos biológicos, como a polinização das plantas pelo vento, as interações entre insetos e plantas, o ciclo de vida da cana-de-açúcar, a presença de matéria orgânica no solo, as adaptações das plantas ao ambiente, entre outras.

Destacamos um outro exemplo, dessa vez na SEICFC2, sobre Alimentação e Hábitos Alimentares, a categoria de construção coletiva aparece na construção da pirâmide alimentar e na leitura, em grupo, de um texto sobre alimentação saudável, o que permite que os alunos, por meio da troca de ideias, compreendam melhor os diferentes tipos de alimentos e suas funções. Essas atividades demonstram o uso de rodas de leituras e atividades colaborativas para organizar e compartilhar conhecimentos.

Nesse sentido, Moura (2020) afirma que as atividades investigativas podem oferecer um ambiente propício para o desenvolvimento de diversas habilidades nos alunos, entre elas, a oralidade, leitura, escrita e interação. Essas habilidades podem ser estimuladas por meio das práticas de investigação científica com conhecimentos biológicos, envolvendo a observação, a formulação de hipóteses e o desenvolvimento do trabalho de forma colaborativa.

Outro ponto de interação presente nas SEI é o debate, como exemplo destacamos a SEI sobre Lixo e Reciclagem (SEI5). Na segunda aula, após discutirem as conclusões sobre a quantidade de lixo produzido em suas casas, os alunos participam de um debate orientado sobre as implicações do descarte incorreto de resíduos sólidos. Durante o debate, os alunos discutem questões como:

“Quais são os impactos do lixo no meio ambiente? Como o descarte prejudicial afeta a saúde das pessoas? Quais soluções podem ser aplicadas para melhorar a separação do lixo?” (SEI5).

O debate funciona aqui como uma estratégia para aprendizagem coletiva, uma vez que os alunos são estimulados a argumentar, repensar e elaborar soluções para problemas ambientais com base nos dados coletados e nas observações feitas ao longo da sequência. Ao refletirem juntos sobre o impacto do lixo no meio ambiente, os estudantes podem compreender de forma crítica em relação a esses conhecimentos biológicos.

Um outro aspecto importante dos debates é que, quando bem mediados e organizados pelo professor, são considerados um espaço ideal para o desenvolvimento da argumentação. Nesse contexto, Sasseron (2015) afirma que os argumentos ultrapassam o simples diálogo, pois refletem a organização do pensamento dos alunos, seja por meio da fala, da escrita ou de registros gráficos. Assim, os debates oferecem oportunidades para os alunos expressarem e estruturarem suas ideias considerando os conhecimentos construídos.

Por último apresentamos a interação e trabalho em grupo com a atividade em que os alunos deveriam montar e observar terrários, em grupos (SEI3):

“[...] eles foram orientados a iniciar a montagem de seus terrários. Colocaram os ovos de borboleta com as folhas de couve em recipientes de vidro; colocaram copinho com água e algodão; e cobriram o vidro com uma tela, amarrada com barbante. Cada grupo fez uma etiqueta com os nomes dos seus participantes, a qual foi fixada no vidro com fita adesiva” (SEI3).

Nesse momento os estudantes desenvolvem habilidades de investigação científica enquanto interagem ativamente com as características biológicas, aprendendo, inclusive, a manusear materiais. Percebemos que o trabalho em grupo em atividades práticas, como a realização de experimentos, visitas em espaços não formais e/ou aulas de campo, permite que os alunos construam

conhecimento de forma colaborativa, dividindo responsabilidades e compartilhando descobertas. De acordo, Sedano e Carvalho (2017) afirmam que o trabalho em grupo fortalece as relações sociais e facilita a expressão de opiniões e a conexão entre conteúdos e experiências, sendo uma prática valorizada no meio acadêmico e que deve ser incentivada.

Scarpa e Silva (2013) também ressaltam que, ao trabalhar em grupo, as atividades investigativas permitem que até mesmo alunos com dificuldades no método de ensino tradicional consigam trazer significado às aulas de Ciências. Isso possibilita que eles comecem a se apropriar de conceitos e processos científicos. Diante o exposto, podemos considerar que o trabalho colaborativo, em grupo, contribui de forma eficaz para a formação dos estudantes, facilitando seu aprendizado por meio dessas interações durante as atividades investigativas com conhecimentos biológicos.

5.2.2. Experiência prática e observação

Em todas as SEI, os alunos foram incentivados, pelo menos uma vez, a realizar experimentos e/ou atividades de observação de fenômenos biológicos como o monitoramento do crescimento de lagartas, realização e/ou observação de experimentos e visitas a espaços externos à sala de aula. Nesse sentido, Mayr (1998) afirma que tanto a experimentação, como a observação são métodos científicos e heurísticos da pesquisa científica, e servem como base para constituir os fundamentos da filosofia da biologia. Acreditamos que ambos são fundamentais para o aprendizado, permitindo que os estudantes analisem características, identifiquem padrões e desenvolvam um pensamento crítico.

Nas SEI2 e SEI3, por exemplo, os alunos trabalharam com a montagem de terrários para analisar o ciclo de vida das borboletas. Durante esse período, eles observaram o desenvolvimento desde os ovos, a fase de lagarta até a transformação em borboletas:

[...] eles foram orientados a iniciar a montagem de seus terrários, colocaram os ovos de borboleta com as folhas de couve em recipientes de vidro; colocaram copinho com água e algodão; e cobriram o vidro com uma tela, amarrada com barbante (SEI3).

Nesse sentido, Almeida e Malheiro (2022) apontam que a investigação deve se basear em processos como observação, reflexão, argumentação,

interação e comunicação, pois a construção do conhecimento pode ocorrer de diversas maneiras, todas elas intrinsecamente sociais e dialogadas. Assim, essa sequência exigiu muita observação e análise, visto que o ciclo de vida das borboletas se desenvolve ao longo de dias ou semanas, o que permitiu aos alunos acompanharem todas as fases do processo de metamorfose.

A SEI5 destacou-se pelo experimento sobre a decomposição de materiais. Os alunos colocaram diferentes resíduos, como plástico, papel e restos de alimentos, em garrafas PET e observaram todo o processo ao longo de semanas.

Durante quatro semanas, os alunos observaram e anotaram as alterações que ocorreram com esses materiais, em um quadro [...] ao final das quatro semanas, as pesquisadoras e os alunos se reuniram para analisar as observações e anotações que fizeram em relação à decomposição do lixo nos recipientes. (SEI5)

Esse experimento proporcionou aos alunos uma experiência interessante sobre os processos de decomposição e reciclagem, permitindo a manipulação de materiais e a análise das diferenças entre materiais orgânicos e inorgânicos o que reforça o aprendizado sobre sustentabilidade e preservação ambiental. Sobre a manipulação de materiais, Azevêdo e Fireman (2017) afirmam que esse elemento é importante no processo de desenvolvimento da AC nos AIEF, Já Carvalho (2013) propõe que, para que tenhamos a investigação nas atividades propostas, é necessário que possamos oferecer oportunidades para que os estudantes possam passar da manipulação para ações intelectuais.

Outro exemplo de experimentação e observação está na SEI4, onde os alunos participaram de uma visita de campo em uma represa e coletaram amostras de água para medir sua qualidade. Com o uso de kits de medição de PH, eles puderam observar os níveis de poluição e discutir suas implicações para a biodiversidade local. Já na SEICFC1 foi proposto um experimento que discutisse a densidade de líquidos. Por outro lado, a SEICFC2 propôs uma atividade experimental de conservação dos alimentos onde os alunos observaram alteração deles a partir da influência do calor.

Por último, destacamos a atividade em que as crianças observam os insetos na sala de aula para responder perguntas como "quantas patas eles têm?" e "quantas antenas?" (SEI6). Nesse caso, a observação das informações pode promover o desenvolvimento de habilidades investigativas, permitindo que

os alunos coletam informações visuais e respondam a perguntas específicas sobre as características dos animais. Essa atividade também reforça a importância da observação como uma ferramenta para a construção do conhecimento científico, estimulando as crianças a refletirem sobre o que veem e a organizar os dados, relacionando-os com suas hipóteses iniciais.

A partir de diversos exemplos, consideramos a categoria "Experiência Prática e Observação" como um dos mais comum e específico das atividades presentes nas SEI que envolvem conhecimentos biológicos, pois muitos fenômenos requerem tempo para se manifestar e precisam ser observados continuamente.

Nesse sentido, Carvalho (2004) afirma que por meio da observação, manipulação e ação, que são fundamentos essenciais de uma atividade investigativa, os alunos podem compreender que o conhecimento científico é fruto de uma construção. Seja no acompanhamento do ciclo de vida de organismos, como na SEI2 com as borboletas, ou em processos como a decomposição de materiais na SEI3, essas atividades demandam que os alunos realizem observações e análises frequentes, práticas próximas daquelas feitas por cientistas.

5.2.3. Representação e organização do conhecimento

Essa categoria abrange atividades em que os estudantes estruturam e registram os saberes que construíram, frequentemente utilizando desenhos, textos, tabelas e outras formas de representação visual e escrita. A prática de escrita e desenho, neste contexto, vai além de meras atividades mecânicas, elas são fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade argumentativa dos alunos (Silva; Malheiro; Silva, 2024).

Exemplificando a categoria 4, apresentamos a SEICFC2, onde é proposto que os alunos organizem uma pirâmide alimentar após a releitura de um texto sobre alimentação saudável. A atividade envolve a organização de alimentos em categorias, usando gravuras, papel e outros materiais, para representar visualmente a relação entre os diferentes grupos alimentares. Essa sistematização visual pode auxiliar os alunos na compreensão sobre a importância de cada tipo de alimento em uma dieta equilibrada.

Uma outra forma de registro, foi a construção escrita, como na SEI1, com a produção de cartazes com as hipóteses iniciais dos estudantes:

“Questionamento das problemáticas “qual é a função do rim?”; “quais doenças o rim pode ter?”; “quais as causas das doenças no rim?” e “o que podemos fazer para evitar as doenças no rim?” com a confecção de cartazes contendo o registro das hipóteses em grupos” (SEI1).

Bem como a SEICFC1, na qual os autores propõem a confecção de cartazes de divulgação científica com dados referentes a visita a um canal:al:

“Construção de cartazes sobre esse processo de plantação e crescimento da cana de açúcar” (SEICFC1).

Na SEI2 e SEI3, sobre o Ciclo de Vida das Borboletas, os alunos, além de acompanhar a metamorfose das lagartas, foram desafiados a construir gráficos que mostrassem o crescimento dos insetos ao longo do tempo. Os registros feitos pelos alunos, nessas sequências, foram de imagens, textos e tabelas, além da elaboração de um portfólio baseados em suas observações.

“[...] a professora explicou como devia ser o processo de utilização da tabela, pois esse recurso era bastante novo para os alunos. Para tanto, a professora orientou-os fazendo um exemplo de tabela na lousa, incluindo as informações solicitadas, como data e tamanho da lagarta” (SEI3).

“Ao término de todas as atividades, a professora solicitou aos alunos um registro da atividade em uma folha de papel sulfite A3. Esses registros foram usados para a composição do portfólio individual de cada criança, que foi construído ao longo de toda a SEI” (SEI3).

Toda essa gama de informações e registros podem auxiliar os alunos a visualizarem as mudanças de forma organizada, promovendo a sistematização das informações coletadas e facilitando a comparação entre as diferentes fases do ciclo de vida do inseto.

A produção de desenhos pelos alunos, especialmente nos anos iniciais do ensino fundamental, é uma prática comum e de grande importância no contexto da categoria 3. Desenhar permite que os alunos expressem visualmente suas compreensões sobre os princípios biológicos, muitas vezes traduzindo conceitos abstratos em representações. Sabendo disso, destacamos as seguintes atividades:

Ao término dessa aula, a professora solicitou uma interpretação do texto por meio de desenhos (SEI3);

Os alunos finalizaram a terceira atividade produzindo desenhos e texto, registrando suas conclusões. Para finalizar a sequência investigativa, os desenhos abordaram a importância de reduzir a quantidade de lixo produzido, a necessidade de reciclar, como também a destinação correta desses materiais (SEI5);

[...] deveriam preencher a primeira coluna com o nome da planta escolhida e desenharem nas colunas seguintes a sua folha, o caule e a raiz das plantas observadas (SEI8).

Essa prática, comum em atividades investigativas para os AIEF, ajuda os alunos a desenvolver habilidades, além de facilitar a assimilação de conteúdos científicos. Sabendo disso, Moura (2020) afirma que essas atividades podem favorecer o desenvolvimento da fala, da escrita, além de aspectos motores e cognitivos, sendo, assim, de grande relevância nas propostas das SEI.

A produção textual também esteve presente nas atividades das SEI, destacamos como exemplos as propostas da SEI7 e SEI8:

“O registro apresenta vários elementos que foram utilizados para a elaboração do experimento da fotossíntese. A criança descreve os passos realizados durante o desenvolvimento da experiência, incluindo aspectos relacionados às conclusões...” (SEI7).

“Finalizando essa aula, os estudantes produziram um texto sobre o que aprenderam durante a aula e assistiram a um episódio do Show da Luna intitulado de: “Nem tudo nasce da semente?”” (SEI8).

Ao representar por meio de textos e desenhos o que observaram ou aprenderam, os alunos organizam e sistematizam o conhecimento de forma acessível, tornando o processo de aprendizagem mais significativo para o estudante. Ao solicitar que os alunos produzam desenhos, cartazes, textos, ou outras formas de produção, como sugerido nas atividades anteriores, pode-se estimular a interação dos alunos e a sistematização de ideias por meio de registros. Essa sistematização individual é essencial para que o aluno organize suas reflexões, favorecendo a construção do seu conhecimento (Carvalho, 2013).

Uma outra forma de representar a terceira categoria está presente na SEI7, com atividades de classificação de seres vivos, uma prática amplamente utilizada no ensino de ciências biológicas, a saber:

“Classificando o reino animal – atividade de classificação com imagem de diferentes animais”; “Classificação do reino vegetal – passeio pesquisa para coleta de folhas, leitura de texto sobre classificação das folhas e registro” (SEI7).

Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000) destacam a classificação como uma operação epistemológica essencial para a prática científica, pois permite agrupar objetos ou organismos com base em critérios previamente definidos. Da mesma forma, Sasseron e Carvalho (2008) afirmam que o ato de classificar, organiza os elementos com os quais se trabalha, buscando identificar relações entre eles. Assim, a classificação, tanto no contexto epistemológico quanto educacional, é uma característica importante para a construção do conhecimento.

A classificação dos organismos, baseada em características observáveis, permite que os alunos organizem o conhecimento adquirido e compreendam melhor a diversidade biológica. Ao agrupar e diferenciar os seres vivos, os estudantes podem desenvolver habilidades de observação e categorização, elementos fundamentais para a sistematização do conhecimento.

5.2.4. Reflexão e avaliação

Carvalho (1998) afirma que, nas atividades investigativas, durante as etapas de reflexão sobre o "como" e a busca pelos "porquês", os alunos têm a oportunidade de construir uma compreensão dos fenômenos investigados. A autora complementa que, por meio desse tipo de questionamento, os estudantes podem buscar justificativas e explicações causais para as descobertas, promovendo uma argumentação científica em sala de aula (Carvalho, 2013). Nesse sentido, um exemplo da categoria 4 pode ser observado nas atividades presentes na SEI4, realizadas após 5 meses de uma experimentação:

Após 5 meses: (b) exploração e comparação das amostras dos 3 ambientes; (c) análise de pH e microscópica das amostras pós experimento; (d) retomadas das hipóteses iniciais; (e) construção de novas perguntas em relação ao experimento; (f) elaboração de novas hipóteses (SEI4).

Nesse caso, os alunos foram envolvidos na exploração e comparação das amostras coletadas de três diferentes ambientes, o que lhes permitiu avaliar os

resultados obtidos com base nos dados encontrados. Em seguida, realizaram a análises dessas amostras, aprofundando a avaliação dos resultados. Além disso, houve a retomada das hipóteses iniciais, o que é fundamental no processo de reflexão, pois os alunos revisitaram suas previsões e analisaram se os resultados estavam de acordo com as expectativas ou não. Com base nas informações adquiridas, eles foram incentivados a formular novas perguntas e a elaborar novas hipóteses, demonstrando um processo contínuo de autoavaliação e construção de conhecimento, características da categoria.

Um outro exemplo está na atividade proposta pela SEI1, onde houve a gravação de um vídeo pelos alunos sobre os conhecimentos construídos ao longo da sequência:

“Gravação de um vídeo sobre os conhecimentos construídos a respeito de todas as problemáticas iniciais” (SEI1).

Ao desenvolverem esse vídeo, os alunos foram incentivados a visitar os problemas iniciais propostos na sequência, refletindo sobre o processo de investigação e os resultados obtidos. A gravação do vídeo também pode proporcionar um momento de avaliação, permitindo que os alunos avaliem o quanto avançaram em seu conhecimento e como cada etapa do processo investigativo contribui para a solução dos problemas propostos pela SEI.

Já na SEI2 destacam-se dois momentos importantes de reflexão sobre o trabalho realizado, o primeiro deles é o momento da soltura das borboletas, depois de um longo período de observação:

“A aula 9 marcou o início da fase de pós-investigação, na qual o foco foi a organização e a sistematização das ideias trabalhadas nas etapas anteriores. A primeira atividade organizada pela professora foi a observação das borboletas adultas, seguida da soltura delas. A professora conversou com os alunos sobre a importância de soltar a borboleta na natureza, apresentando argumentos para justificar essa atitude, e também ouviu as observações dos alunos. Esse procedimento colaborou para que a soltura fosse um momento alegre e de comum acordo entre os alunos, pois, a princípio, eles queriam ficar com as borboletas” (SEI3).

Em seguida foi proposto um jogo didático e uma discussão em torno da atividade desenvolvida:

“[...] Após essa atividade, ela (*a professora*) mediou uma discussão com a turma toda, com o intuito de organizar as ideias apresentadas em cada grupo” (SEI3, grifo nosso).

A soltura das borboletas, precedida por uma discussão entre a professora e os alunos, promoveu uma reflexão coletiva sobre a importância da preservação da natureza, bem como a análise e observação das características evolutivas do animal. O jogo que envolveu a organização do ciclo de vida da borboleta estimulou a construção de significados entre os alunos, permitindo que discutissem e ajustassem suas compreensões.

Diante disso, a aprendizagem tende a ser mais interessante para os estudantes quando eles compreendem a importância do que foi realizado. Nesse contexto, estudos indicam que esse processo se torna mais eficaz quando os alunos passam por etapas de investigação e tomada de consciência (Capecchi; Carvalho, 2000; Carvalho, 2017). Ao apresentar suas reflexões por meio do vídeo, eles destacam o aprendizado, praticando habilidades críticas e reflexivas que são a base para a última categoria.

5.3. As especificidades dos Conhecimentos Biológicos encontradas nas Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Nesta seção, apresentamos a análise das SEI à luz das oito especificidades dos conhecimentos biológicos propostas por Mayr (1998). Essas particularidades, aqui adotadas como categorias, incluem complexidade e organização, unicidade química, qualidade, unicidade e variabilidade, posse de um programa genético, natureza histórica, seleção natural e indeterminismo.

Como vimos anteriormente, as SEI analisadas abordam temas variados, como o sistema urinário, o ciclo de vida das borboletas, a decomposição de materiais, a reprodução de plantas, entre outros. Cada sequência oferece atividades que permitem aos estudantes investigar, experimentar e refletir sobre fenômenos biológicos, unindo a teoria com a prática de forma contextualizada. A utilização das categorias de Mayr facilita a compreensão das especificidades dos sistemas vivos que estão sendo estudados e como essas características emergem nas diferentes sequências.

5.3.1. Complexidade e organização

Observamos aspectos relacionados a complexidade e organização dos seres vivos em todas as sequências analisadas. Na SEI sobre o sistema urinário (SEI1), por exemplo, identificamos a complexidade e organização do corpo humano ao abordar o funcionamento dos rins. A sequência inclui atividades como a construção de uma maquete do sistema urinário e a realização de experimentos para demonstrar a função de filtração dos líquidos no corpo humano, ilustrando como as partes (órgãos) trabalham de forma integrada:

“j) Realização de um experimento de demonstração da função de filtro dos rins.; h) Construção de uma maquete do sistema urinário” (SEI1).

Nesse sentido, é importante ressaltar a relevância de abordar, nas atividades, cada elemento do corpo humano em conexão com os demais, destacando suas interações e interdependências, uma vez que “muitas estruturas de um organismo são sem sentido, quando separadas do organismo; asas, cabeça, pernas, rins não podem viver por si mesmos, mas apenas como partes do conjunto” (Mayr, 1998, p. 74).

Na SEI2 e SEI3, a montagem dos terrários e a observação do desenvolvimento das lagartas até sua metamorfose em borboletas evidenciam a organização complexa do ciclo de vida dos insetos, desde os ovos até a fase adulta. Os alunos observam como diferentes fases do ciclo estão interligadas:

[...] durante o passeio na horta foram encontrados ovos de borboleta; [...] Em seguida, eles foram orientados a iniciar a montagem de seus terrários: colocaram os ovos de borboleta com as folhas de couve em recipientes de vidro; colocaram copinho com água e algodão; e cobriram o vidro com uma tela, amarrada com barbante; [...] A aula 5 foi realizada três dias após a aula 4, para coincidir com o tempo de eclosão dos ovos; [...] Os alunos fizeram a observação das lagartas com a lupa e mediram-na com a régua por um período de 12 dias durante a fase larval; [...] Após a fase larval, os alunos fizeram a observação diária das pupas (crisálida ou casulo) com a lupa por um período de 8 dias; [...] os alunos retornaram para a sala de aula e foram organizados em grupos, a fim de observarem os indivíduos adultos, que nesse momento já haviam emergido (Etapas da SEI 3, demonstrando a metamorfose da borboleta).

Já na sequência que discute educação ambiental (SEI5), a atividade "destinação do lixo" aborda como a manipulação de materiais orgânicos e inorgânicos depende de processos biológicos e ambientais interligados, enfatizando a complexidade do ciclo de vida dos materiais no ambiente:

[...] os alunos levantaram hipóteses e confrontaram-nas com dados do vídeo Consequências do lixo tratado de maneira errada, que abordou a destinação do lixo. No vídeo, comentou-se sobre as implicações dos resíduos sólidos jogados em locais impróprios, o risco de doenças, os prejuízos ao ambiente e a necessidade de reciclar, reutilizar e reduzir o lixo produzido pelas pessoas como forma de não poluir o ar, a terra, a água; ainda abordaram-se o tempo de decomposição desses materiais recicláveis e a economia na natureza com a reciclagem (SEI5).

Os sistemas biológicos são altamente organizados e compostos por vários níveis de complexidade, desde moléculas até ecossistemas. Para Mayr (2006):

Não existem sistemas no mesocosmos inanimados que sejam tão complexos como os sistemas biológicos de macromoléculas e células. Esses sistemas são ricos em propriedades emergentes, pois aparecem constantemente novos grupos de propriedades em cada nível de integração (Mayr, 2006, p. 38, tradução nossa).

A ideia central proposta pelo autor é que a vida não pode ser explicada apenas pela soma de suas partes, pois apresenta propriedades que resultam das interações entre elas. Esse nível de complexidade e organização é fundamental para a sobrevivência e funcionamento dos sistemas vivos e um aspecto específico da Ciência Biologia.

Portanto, ao analisar as SEI sob a perspectiva da complexidade e organização, evidenciamos a importância de abordar os sistemas biológicos como “redes interligadas”, onde cada elemento desempenha uma função que só faz sentido em sua interação com o todo.

5.3.2. Unicidade química

A categoria Unicidade Química (Mayr, 1998) destaca a singularidade das substâncias químicas presentes nos seres vivos, cujas estruturas complexas e funções específicas diferenciam os organismos biológicos da matéria inanimada. Nesse sentido, destacamos a atividade referente a SEICFC2, onde tem como objetivo:

“Perceber que alguns materiais como os alimentos, após a interferência do calor, se modificam e passam a ter texturas diferentes” (SEICFC2).

A atividade, que visa promover que os estudantes percebam as mudanças nos alimentos após a interferência do calor, se insere perfeitamente na categoria de unicidade química. Mayr (1998) afirma que os organismos vivos são formados por macromoléculas que possuem características extraordinárias. Por exemplo, os ácidos nucleicos podem ser transformados em polipeptídeos, as enzimas atuam como abordagens nas reações metabólicas, os fosfatos facilitam a transferência de energia e os lipídios são responsáveis pela formação das membranas celulares. Nesse sentido, quando os alimentos ficam expostos ao calor, suas macromoléculas, como proteínas, carboidratos e lipídios, sofrem alterações estruturais e químicas, que resultam em mudanças de textura e propriedades.

Essas características ocorrem exclusivamente em organismos ou materiais biológicos, diferenciando-os de substâncias inanimadas, cujas respostas ao calor não envolvem o mesmo nível de complexidade molecular. Ao observar essas mudanças, os alunos podem compreender a ideia de que a química dos seres vivos é única e desempenha um papel essencial na forma como os materiais biológicos interagem com o ambiente, revelando a especificidade das macromoléculas presentes nos sistemas vivos.

A atividade da Aula 5, da SEI7, que explora o processo de fotossíntese por meio de um experimento, também apresenta elementos importantes dessa categoria:

Evidenciando o processo da fotossíntese – realização da atividade experimental e investigativa sobre a fotossíntese, leitura e registro (SEI7).

A fotossíntese é um processo químico exclusivo dos organismos vivos, no qual as plantas convertem luz solar em energia química, utilizando moléculas como a clorofila. Essa atividade permite que os alunos compreendam a complexidade química envolvida na conversão de dióxido de carbono e água em glicose e oxigênio, demonstrando a especificidade das reações químicas que ocorrem nos sistemas vivos. Ao realizar o experimento, os estudantes podem observar a interferência biológica, e entender como moléculas especializadas nos organismos vivos, como a clorofila, são responsáveis nesses processos.

Na Atividade 2 da SEI5, sobre a reciclagem dos materiais, a categoria Unicidade Química é evidenciada ao observar como materiais orgânicos e inorgânicos reagem de maneira distinta ao processo de degradação:

[...] foi apresentado aos participantes o problema: o que demora mais para se decompor: o material orgânico ou o inorgânico?; A partir disso os estudantes levantaram hipóteses e a forma de testá-las. A verificação aconteceu com a observação de amostras de materiais orgânicos (casca de banana e fatia de pão) e inorgânicos (papel: folhas de caderno; plástico: sacola de supermercado e rótulo de embalagem de refrigerante; metal: lata de alumínio; vidro: um vaso pequeno), depositados em garrafas PET com terra; Durante quatro semanas, os alunos observaram e anotaram as alterações que ocorreram com esses materiais, em um quadro adaptado da atividade 1; Ao final das quatro semanas, as pesquisadoras e os alunos se reuniram para analisar as observações e anotações que fizeram em relação à decomposição do lixo nos recipientes. Cada um apresentou suas anotações semanais pessoais, feitas durante o período, relatando o que era observado (SEI5).

Os alunos, ao comparar a manipulação de matéria como casca de frutas e plástico, podem compreender que a estrutura química dos materiais orgânicos, compostos por macromoléculas biodegradáveis, favorecendo uma degradação mais rápida, em contraste com os inorgânicos, cujas ligações químicas são mais resistentes. Essa distinção química entre os tipos de materiais reforça a unicidade das substâncias presentes nos sistemas vivos, que são decompostas de maneira diferente em comparação com materiais inorgânicos.

Na SEI4, a unicidade química é explorada durante as atividades de estudo do meio, onde os alunos analisam amostras de água coletadas em uma represa e realizam experimentos que envolvem a verificação do pH e a observação de microrganismos:

“[...] visita de campo na represa, coleta de amostras, preenchimento de roteiro e análise de Ph; Preparo das garrafas e aquários para experimento de observação; Análise da água coletada e pesquisa sobre os tipos de microrganismos comuns na água” (SEI4).

Essas atividades apresentam a composição química dos ambientes aquáticos e como a presença dessas substâncias específicas influenciam a vida no ecossistema aquático. Ao manipular amostras e observar as mudanças nas condições químicas, como o pH e a presença de microrganismos, os alunos podem compreender que a química dos organismos vivos e do meio ambiente é

interdependente, evidenciando as propriedades das moléculas biológicas e como elas se comportam em diferentes contextos químicos.

Nesse sentido, Mayr (1998) destaca que os organismos vivos são compostos por macromoléculas orgânicas extremamente complexas, diferenciando-se das moléculas simples presentes na natureza inanimada. O autor afirma que embora essas macromoléculas sigam os mesmos princípios químicos das demais, sua complexidade e função específica, como a formação de estruturas celulares e o armazenamento de informações genéticas, são exclusivas dos sistemas biológicos, o que distingue a vida da matéria inanimada.

5.3.3. Qualidade

A categoria Qualidade refere-se às características qualitativas dos sistemas biológicos que não podem ser completamente explicadas por números ou quantidades. Aspectos como forma, textura, cor, comportamento e interações nos seres vivos são essenciais para entender a complexidade da vida. Nesse sentido, Mayr (1998) destaca que o mundo dos seres vivos pode ser caracterizado como um universo de qualidades. Ele aponta que fatores como as diferenças entre indivíduos, os sistemas de comunicação, o armazenamento de informações, as propriedades das macromoléculas e as interações dentro dos ecossistemas são, em sua maioria, qualitativos. Esses aspectos evidenciam que a vida não pode ser explicada, exclusivamente, por medidas quantitativas.

Aqui compreendemos que os aspectos dos organismos vivos não podem ser reduzidos a números ou medições, mas que, ao contrário, envolvem características intrinsecamente perceptíveis e observáveis. Corroborando, Mayr (1998, p. 75) aponta que:

“Diferenças individuais, sistemas de comunicação, informações armazenadas, propriedades das grandes moléculas, interações em ecossistemas e muitos outros aspectos dos organismos vivos são prevalentemente de natureza qualitativa” (Mayr, 1998, p. 75).

Nas sequências analisadas, percebemos que essa dimensão qualitativa é explorada oferecendo a oportunidade para que os alunos compreendam os fenômenos biológicos além da mera técnica, mas por meio de uma interação mais integradora e experiencial com o conteúdo apresentado.

Na SEI1, por exemplo, ao trabalhar com a construção de maquetes do sistema urinário, os alunos exploram mais do que apenas o funcionamento técnico dos rins. A atividade permite que eles observem qualitativamente a estrutura e a relação entre os órgãos, a forma como eles interagem no corpo e como a saúde pode ser influenciada por fatores externos. A criação de cartazes sobre alimentos benéficos e prejudiciais aos rins também apresenta uma dimensão visual que ajuda na compreensão das interações complexas do corpo humano.

De forma similar, nas SEI2 e SEI3, o ciclo de vida das borboletas é abordado de maneira que os alunos acompanham o processo de metamorfose em suas várias fases. Eles observam o tempo ou as medidas das lagartas e as transformações visíveis nas cores e formas dos organismos ao longo do desenvolvimento. Outra atividade que merece destaque é a da soltura das borboletas:

[...] Após o período de 2 dias, as borboletas foram soltas na natureza, e os alunos puderam acompanhar esse processo (SEI2).

As mudanças de comportamento dos insetos – como o voo das borboletas recém emergidas – podem permitir que os alunos compreendam a complexidade biológica a partir de uma experiência sensorial de observação, aspecto relevante para apresentar aspectos qualitativos dos conhecimentos biológicos aos estudantes.

Também percebemos a presença desta categoria na SEICFC1, durante a proposta de observação dos diferentes produtos derivados da cana de açúcar. No decorrer da sequência, é proposto a exploração da textura, cor e sabor de diferentes tipos de açúcar, como o mascavo, demerara e cristal, em uma atividade de degustação. Essa experiência incentiva que os alunos percebam diferenças entre os açúcares, envolvendo aspectos relacionados a saúde e aparência física. Além disso, ao realizar o experimento com água, açúcar e corante, os alunos podem observar a atuação da densidade de forma visual, percebendo como o açúcar pode interferir na mistura, uma característica qualitativa do experimento que vai além de qualquer medida quantitativa.

Durante a SEI7, os alunos se envolvem em atividades que exploram o processo de fotossíntese, onde a qualidade se destaca por meio da observação das plantas ao longo do experimento. Nesse tipo de atividade experimental os

estudantes podem registrar dados quantitativos, percebendo como as plantas mudam de cor, se desenvolvem de formas diferentes conforme expostas à luz ou à sombra, e como as condições do ambiente influenciam a vitalidade e o crescimento das folhas. Essas observações contribuem para o entendimento do processo, mostrando que a biologia não é apenas sobre números, mas também sobre as interações entre os organismos e seu meio, destacando, mais uma vez, a importância dos aspectos quantitativos.

Dessa forma, as SEI analisadas evidenciam como o ensino investigativo pode explorar a qualidade no estudo dos fenômenos biológicos. Ao integrar essas características no processo de ensino, os estudantes conseguem compreender a importância e valorizar questões relacionadas aos aspectos qualitativos, reforçando essa característica que é uma das que fornece a autonomia da biologia.

5.3.4. Unicidade e variabilidade

A categoria **Unicidade e Variabilidade** refere-se à capacidade dos sistemas biológicos de apresentar diversidade, tanto entre indivíduos quanto entre populações, ao mesmo tempo em que mantém uma organização singular e específica. Diante do exposto, Mayr (1998) afirma que:

Muitos fenômenos biológicos, particularmente fenômenos de população, caracterizam-se por variações extremamente altas. Tipos de evolução, ou tipos de especiação, podem diferir entre si em três e até cinco ordens de magnitude, um grau de variabilidade que, raramente ou nunca, se encontra nos fenômenos físicos (Mayr, 1998, p. 76).

Essa variação é fundamental para os processos evolutivos, permitindo que os organismos, entre tantas outras funções, se adaptem a diferentes ambientes e condições. No ensino, compreender e explorar a unicidade e variabilidade dos seres vivos pode permitir que os alunos observem como as diferenças entre indivíduos e espécies são fundamentais para a evolução, desenvolvimento e a sobrevivência.

Em diversas SEI, a unicidade e a variabilidade são exploradas de maneira direta, especialmente quando os alunos analisam as diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie ou as mudanças que ocorrem entre diferentes situações.

Mais uma vez destacamos a SEI2 e SEI3, que acompanham o ciclo de vida das borboletas. Nas atividades os alunos podem analisar variações no desenvolvimento do inseto. Embora todas as lagartas sigam o mesmo processo de metamorfose, cada uma passa pelas fases de maneira única, com diferenças no tamanho, no tempo de desenvolvimento e nas características das borboletas adultas, como o padrão e a coloração das asas.

Esses aspectos de variabilidade natural entre indivíduos tem o caráter de explicar que, mesmo dentro de uma mesma espécie, há diferenças importantes, onde os estudantes podem identificar e refletir sobre a diversidade biológica. Na SEI4, ao estudar a qualidade da água em uma represa, os alunos investigam a diversidade de espécies aquáticas naquele local, a saber:

“[...] Análise da água coletada e pesquisa sobre os tipos de microrganismos comuns na água; identificação e classificação de microrganismos na água. Benefícios e malefícios à saúde” (SEI4).

Durante o experimento, os estudantes podem observar como os diversos microrganismos respondem de diferentes maneiras às condições da água, como pH e temperatura. Essas variações apresentam a capacidade dos organismos de se adaptarem às condições específicas do ambiente, destacando tanto a unicidade de cada espécie como a variabilidade que existe entre elas, aspectos fundamentais para a compreensão dos ecossistemas e da evolução, que fazem parte dos conhecimentos biológicos.

Na SEICFC2, a categoria Unicidade e Variabilidade se manifesta durante as propostas de atividades relacionadas aos hábitos alimentares e ao experimento de conservação de alimentos. Nesse processo, ao observar como diferentes alimentos respondem aos métodos de conservação, os alunos podem perceber variações na forma como frutas e outros itens mantêm suas características, como textura, sabor e aparência:

“Observação e conservação dos alimentos se eles estão mantendo seus nutrientes e suas características (aroma, sabor, textura); [...] alguns materiais como os alimentos, após a interferência do calor, se modificam e passam a ter texturas diferentes” (SEICFC2).

Cada tipo de alimento reage de maneira singular, mostrando que mesmo dentro de um mesmo grupo, como as frutas, há uma variabilidade em suas respostas a condições externas, como temperatura ou métodos de preservação.

Esse experimento pode incentivar a compreensão de como nos seres vivos, a variabilidade é uma característica importante também nos alimentos.

Esses exemplos de atividades propostas nas SEI contribuem para a importância de trabalhar a particularidade “unicidade e a variabilidade” no contexto dos conhecimentos biológicos, permitindo que os estudantes possam compreender como a diversidade biológica é essencial para o equilíbrio dos ecossistemas e a sobrevivência das espécies. Nesse sentido, ao abordar essas características, de forma investigativa, podemos demonstrar que as diferenças entre as espécies são tão importantes quanto suas semelhanças.

5.3.5. Posse de um programa genético

Todos os organismos contam com um programa genético que foi aprimorado ao longo da evolução. Não há nada semelhante no mundo não vivo, exceto nos computadores, que são produtos da intervenção humana. A existência desse programa proporciona aos organismos uma dualidade única, composta por um fenótipo e um genótipo (Mayr, 1998).

A partir desse pensamento, destacamos, nessa categoria o entendimento de que todos os seres vivos possuem um código genético, contido no DNA, que controla funções fundamentais como o desenvolvimento do indivíduo, o crescimento, reprodução e adaptação. Esse conjunto de informações é transmitido de geração em geração, garantindo a continuidade das espécies e possibilitando a variação genética dentro das populações.

Na SEICFC1, ao propor a observação do cultivo da cana de açúcar, o conceito de programa genético pode ser discutido intrinsecamente quando se destaca as características de crescimento, como altura e resistência das plantas, e como estas são determinadas geneticamente. Os alunos podem observar como as plantas seguem um ciclo de vida influenciado por seu material genético e como os cruzamentos de variedades de cana podem produzir novas plantas mais adaptadas às condições locais, reforçando o papel da genética na adaptação.

Consideramos que a especificidade “posse de um Programa Genético” esteja intrinsecamente presente nas SEI, porém ela frequentemente surge de forma superficial nas atividades propostas. Isso evidencia a importância do papel

do professor em orientar o desenvolvimento da sequência de modo a explorar de forma mais profunda as características ligadas ao programa genético. A partir disso, destacamos as seguintes possibilidades de trabalho nas SEI analisadas:

Na SEI7 onde os alunos investigam o processo de fotossíntese, o programa genético se manifesta intrinsicamente por meio da clorofila, pigmento responsável pela captura da luz solar. A atividade pode ser ampliada para explorar a variação genética entre diferentes espécies, mostrando como essas diferenças influenciam a eficiência do processo fotossintético.

Já na SEI8, o estudo do desenvolvimento das plantas – sementes – permite que os alunos observem como o programa genético guia cada etapa do ciclo de vida, desde a germinação até a concentração. A atividade também pode abordar como mutações no DNA podem impactar o crescimento e a reprodução, além de explorar características genéticas, como a resistência a doenças, destacando a importância da genética no desenvolvimento vegetal.

A biologia, como ciência, se diferencia das demais ao investigar como a genética define as características dos organismos e moldam suas interações com o ambiente, permitindo sua adaptação e evolução ao longo do tempo. Apesar disso, compreendemos que a genética não é amplamente abordada nos AIEF. Todas as orientações precisam ser adaptadas em termos de linguagem e contexto, de modo que os alunos possam entender e assimilar os conteúdos de maneira clara e objetiva. Mas, ainda assim, a categoria abrange especificidades dos conhecimentos biológicos presentes nas atividades investigativas.

5.3.6. Natureza histórica

A categoria “Natureza Histórica” refere-se ao fato de que todos os organismos e suas características são resultados de um processo evolutivo e histórico. Essa dimensão temporal é fundamental para compreender a biologia, pois a evolução e as mudanças ao longo do tempo contribuem para a diversidade biológica e as adaptações dos organismos aos seus ambientes.

Nas SEI analisadas, embora os elementos da categoria Natureza Histórica não sejam identificados com clareza nas atividades propostas, consideramos que existe um grande potencial para que as discussões sejam

iniciadas e aprofundadas, especialmente ao integrar questões evolutivas e históricas às temáticas já trabalhadas.

Os processos como a fotossíntese, o desenvolvimento das plantas, a decomposição de materiais, partes do corpo humano e tantos outros componentes dos conhecimentos biológicos são resultados de muitos anos de evolução e adaptação. Explorar essas transformações ao longo das sequências pode trazer elementos que enriquecem o aprendizado dos alunos, permitindo que eles compreendam como os seres biológicos, que observam hoje, são frutos de processos históricos.

Nesse sentido, o uso de textos científicos, imagens, vídeos, matérias de jornais e revistas atuais e outros materiais de apoio pode auxiliar essa discussão. Destacamos também a utilização de documentários sobre processos evolutivos considerando que os estudantes podem relacionar os organismos vivos atuais com os eventos históricos, bem como compreender a importância da natureza da biologia.

Deste modo, embora a categoria “Natureza Histórica” não seja presente diretamente nas atividades propostas das sequências analisadas, sua inclusão pode ser feita por meio de recursos complementares, que ampliam a compreensão dos alunos sobre como os processos biológicos estão interligados com a história evolutiva da vida na Terra.

5.3.7. Seleção natural

A categoria “Seleção Natural refere-se ao processo pelo qual indivíduos com características mais favoráveis para um determinado ambiente têm maiores chances de sobrevivência e reprodução. Assim como na categoria anterior “Natureza Histórica”, não encontramos a categoria Seleção Natural de forma definida nas atividades das SEI analisadas. No entanto, destacamos que é possível propor atividades que estimulem discussões sobre a seleção natural, permitindo que os alunos explorem como as características dos organismos se desenvolvem.

Por exemplo, em atividades relacionadas à fotossíntese, os alunos poderiam investigar como diferentes mecanismos adaptativos, como a fotossíntese, surgiram como resultados da seleção natural em resposta a

condições climáticas. Da mesma forma, ao estudar o ciclo de vida das borboletas, seria interessante discutir como variações nas cores e padrões das asas podem oferecer vantagens em termos de camuflagem, ilustrando como a seleção natural atua sobre características fenotípicas.

Na SEI que discute a cana de açúcar, os alunos podem explorar como as variações nas plantas influenciam suas estratégias de sobrevivência. Por exemplo, discutir como a variação nas características foliares permite que algumas plantas retenham água e sobrevivam em ambientes áridos pode demonstrar a ação da seleção natural, que favorece as características mais adaptativas.

5.3.8. Indeterminismo

A categoria “Indeterminismo” (Mayr, 1998), na biologia, refere-se à natureza imprevisível de muitos fenômenos biológicos, onde os resultados não podem ser determinados com precisão devido à complexidade dos sistemas vivos e às múltiplas variáveis envolvidas. Esse conceito destaca que, embora existam padrões e leis que governam os processos biológicos, a interação de fatores ambientais, genéticos e comportamentais pode levar a resultados variados e inesperados.

Apresentamos, como exemplo, a atividade proposta na SEI8, onde, ao estudar a reprodução das plantas, os alunos podem observar que o crescimento e a forma de se reproduzir não seguem um padrão previsível:

Posteriormente, foram colocadas situações nas quais os estudantes precisaram argumentar o que era preciso para que possamos plantar um mamoeiro, uma goiabeira, etc. Até chegar no nosso objeto de estudo que foi a banana (SEI8).

Já na proposta da SEICFC1, durante a aula de campo para observação da cana de açúcar, os alunos podem identificar a variabilidade nas características das plantas cultivadas, bem como os diferentes tipos e tamanhos de cada espécie além das mutações possíveis.

Outro exemplo dessa categoria pode ser encontrado na atividade "Comportamento, crescimento, alimentação e dimorfismo sexual do bicho-pau" da SEI6:

“As crianças usam diferentes folhas para alimentar os insetos, registram o comportamento e discutem a muda; A turma discute sobre a alimentação e registra o comportamento e tamanho dos animais; as crianças debatem sobre a identificação do sexo do animal, sua alimentação e o processo de muda; as crianças discutem uma pesquisa e retomam o debate sobre o dimorfismo sexual em outros animais e no bicho-pau” (SEI6).

Nesta atividade, os alunos observam como o comportamento e o crescimento do bicho-pau podem variar, dependendo de condições como a disponibilidade de alimentos, o habitat e as interações sociais. Os alunos podem perceber que, enquanto as características gerais dos bichos-pau são conhecidas, a manifestação específica dessas características em um dado contexto pode variar, refletindo a indeterminação dos processos biológicos.

O indeterminismo é mais uma categoria importante e específica, que distingue e fornece autonomia à biologia. Essa característica dos indivíduos ressalta a importância da interação entre fatores genéticos, ambientais e comportamentais e seus resultados, para a compreensão da vida.

Ao longo desta etapa da análise das SEI para os AIEF, destacamos a relevância de explorar as especificidades dos conhecimentos biológicos, conforme as categorias definidas por Mayr (1998). A observação dessas características permitiu uma compreensão das características específicas da biologia e de como elas podem ser inseridas no processo de ensino.

Cada categoria oferece uma perspectiva específica sobre os organismos e processos biológicos. No entanto, observamos que algumas delas, como “seleção natural”, “natureza histórica” e “indeterminismo”, não foram identificadas de maneira clara e objetiva nas atividades das SEI. Embora não tenham surgido explicitamente nas sequências – por motivos como a não inclusão nos AIEF – há grande potencial para integrá-las ao planejamento didático/pedagógico, aproveitando as temáticas já desenvolvidas. O professor desempenha um papel essencial nesse processo, sendo responsável por guiar a discussão e aprofundar o entendimento dos alunos, criando oportunidades para que conhecimentos biológicos importantes sejam explorados no contexto das investigações.

A mediação docente é fundamental para transformar as atividades investigativas em experiências que tenham real significado no processo de aprendizagem. Ao identificar e implementar conhecimentos biológicos, o

professor pode ampliar o escopo da investigação e promover um ensino mais reflexivo, incentivando os alunos a relacionar os conhecimentos específicos da biologia com características científicas.

Nossa análise demonstra que o uso da SEI, ao abordar as especificidades dos conhecimentos biológicos, pode oferecer aos estudantes a oportunidade de vivenciar a ciência de forma ativa, investigativa e contextualizada, um exemplo disso está na união entre teoria e prática por meio de atividades que incentivam a observação, experimentação e reflexão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo principal investigar as características das Sequências de Ensino Investigativo para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental que exploram conhecimentos biológicos e suas especificidades. Para isso, foram definidos quatro objetivos específicos: (1) investigar as particularidades dos conhecimentos biológicos e suas relações com o ensino de ciências; (2) identificar como os conhecimentos biológicos são apresentados em documentos oficiais da educação brasileira e da profissão do biólogo; (3) caracterizar as atividades presentes nas Sequências de Ensino Investigativo que exploram conhecimentos biológicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental; e (4) analisar como as Sequências de Ensino Investigativo propõem o trabalho com as especificidades dos conhecimentos biológicos e para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Na parte teórica do trabalho, os objetivos propostos foram realizados por meio de uma análise aprofundada sobre o Ensino por Investigação, a Alfabetização Científica e os Conhecimentos Biológicos, além de suas inter-relações com o Ensino de Ciências. Abordamos também as especificidades da Ciência, com ênfase na Biologia, destacando aspectos essenciais dessas conexões. Ainda no referencial teórico, apresentamos como a Base Nacional Comum Curricular organiza o ensino para os Anos Iniciais e como os conhecimentos biológicos estão envolvidos são nessa etapa, complementando com a discussão sobre as áreas de atuação do biólogo, fundamentadas nas diretrizes do Conselho Federal de Biologia.

A análise das atividades propostas nas SEI, tanto da revisão sistemática quanto as produzidas no curso de formação continuada de professores, agrupou as atividades em quatro categorias. Na primeira, identificamos as atividades que incentivavam a colaboração entre os alunos, promovendo debates e construção conjunta de conhecimento. Já a “Experiência Prática e Observação”, trouxe destaque ao uso de atividades experimentais, permitindo aos estudantes um contato direto com características e habilidades importantes do fazer científico. Na categoria “Representação e Organização do Conhecimento”, os alunos foram estimulados a sistematizar suas descobertas por meio de registros de textos, imagens, gráficos, entre outros, promovendo uma melhor organização

das informações encontradas nas atividades das sequências. Por fim, em “Reflexão e Avaliação”, as SEI proporcionam momentos de revisão crítica e autoavaliação, permitindo que os alunos reflitam sobre o processo investigativo e suas aprendizagens.

Na segunda parte da análise, examinamos as SEI à luz das oito especificidades dos conhecimentos biológicos propostas por Mayr (1998). Nesse sentido, identificamos a “complexidade e organização” que são exploradas, por exemplo, por meio da construção de modelos didáticos, permitindo visualizar a interconexão entre órgãos do corpo humano ou pela observação da metamorfose de um inseto. A “unicidade química” é abordada, por exemplo, ao analisar as estruturas e nutrientes de vegetais, destacando a importância dos elementos químicos e análise da influência do calor na decomposição de matéria orgânica. As atividades sobre a categoria “qualidade dos organismos” podem ser exemplificadas com a observação das características morfológicas das borboletas, e da cana-de-açúcar promovendo uma reflexão sobre adaptações dos seres vivos. Já a “unicidade e variabilidade” são estudos comparando diferentes espécies.

As categorias "posse de um programa genético", "natureza histórica" e "seleção natural" estão presentes de forma implícita nas SEI dos anos iniciais, mas não são abordadas diretamente, seja por falta de foco ou porque essas temáticas não costumam ser discutidas nesse nível. É essencial que os professores debatam e insiram essas discussões, ampliando a compreensão dos alunos sobre essas características fundamentais dos conhecimentos biológicos. Por fim, a discussão sobre indeterminismo destaca como fatores biológicos podem influenciar no desenvolvimento dos organismos.

Os resultados indicaram que as SEI que exploram conhecimentos biológicos possuem um forte potencial para promover a Alfabetização Científica, uma vez que as atividades propostas incentivam a participação ativa dos alunos na construção de conhecimento. Nas sequências é observado que a abordagem investigativa, quando aplicada a conhecimentos biológicos, proporciona aos alunos oportunidades para desenvolver habilidades como observação, formulação de hipóteses e resolução de problemas. Essas atividades, além de facilitar a compreensão de conceitos biológicos, promovem um ensino mais dinâmico e interativo, rompendo com o ensino tradicional expositivo e

memorizador. Em conclusão, o presente trabalho contribui para a compreensão das especificidades dos conhecimentos biológicos e de como eles podem ser abordados de forma investigativa nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. As Sequências de Ensino Investigativo que exploram esses temas se mostraram eficazes para a promoção de uma aprendizagem ativa, crítica e contextualizada.

Entretanto, algumas lacunas importantes foram identificadas ao longo da pesquisa. A primeira delas diz respeito à escassez de SEI específicas para conhecimentos biológicos nos Anos Iniciais, o que indica a necessidade de mais pesquisas que explorem maneiras inovadoras de abordar esses conhecimentos por meio de abordagens investigativas, principalmente nas habilidades voltadas para a unidade temática "vida e evolução". Outra questão levantada foi a formação dos professores. Embora o curso de formação continuada tenha proporcionado avanços, percebemos que muitos docentes ainda encontram dificuldades em implementar as SEI de forma eficaz, devido à falta de recursos e apoio/formação.

Diante dessas constatações, futuros estudos podem seguir alguns caminhos. Um deles é a ampliação do desenvolvimento de materiais didáticos que facilitem a prática do EnCI, nesse caso, destacamos especialmente àqueles voltados para o trabalho com conhecimentos biológicos. Além disso, seria relevante promover mais cursos de formação continuada que forneçam suporte pedagógico para os professores, capacitando-os a utilizar a investigação científica em suas práticas de ensino. Também seria interessante realizar pesquisas que avaliem o impacto de SEI com conhecimentos biológicos em longo prazo, verificando como essas metodologias podem influenciar o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S.; DUSCHL, R.; LEDERMAN, N.G.; MAMLOKNAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; NIAZ, M.; TREAGUST, D.; TUAN, H.-L. Inquiry in science education: International perspectives. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2671439/mod_resource/content/1/2.1.Inquiry_in_Science_Education_International_perspec.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Pressupostos Teóricos e diferentes abordagens do Ensino de Ciências por Investigação. **ENCITEC**, vol. 12, n. 2., p. 71-83, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v12i2.803>.

AMAR-RODRÍGUEZ, V. El principio de la didáctica de la ciencia. Uma investigación narrativa. **Revista Electrónica Educare**, v. 25, n. 3, p. 1-18, 2021. DOI: <http://doi.org/10.15359/ree.25-3.29>.

ANDERSON, R. D. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v. 13, n.1, p. 1-12, 2002.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013. Disponível em: <https://www.nelsonreyes.com.br/Marli%20Andr%C3%A9.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. de. (org.) **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, p. 19-32, 2004.

AZEVEDO, L. B.; FIREMAN, E. C. Sequência de ensino investigativa: problematizando aulas de Ciências nos anos iniciais com conteúdo de Eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 143-161, 5 jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v8i2.1223>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições f.70, 1977.

BENASSI, C. B. P.; FERREIRA, M. G.; STRIEDER, D. M. A Ciência e o Ensino de Ciências no olhar de estudantes da educação básica da rede estadual de Cascavel-PR. **Anais do 2º Congresso Internacional de Educação e 7º Congresso de Educação da FAG**. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/novo/pg/congressoeducacao/arquivos/2019/A-CIENCIA-E-O-ENSINO-DE-CIENCIAS-NO-OLHAR-DE-ESTUDANTES-DA-EDUCACAO-BASICA-DA-REDE-ESTADUAL-DE-CASCADEL-PR-2.pdf>. Acesso em 20 de set. 2024.

BERTO, J. A.; RAMOS, C. C.; PAULETTI, F.; MALHEIRO, J. M. S.; LORENZETTI, L. Sequência de Ensino Investigativa: indícios da Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de Cargas Elétricas. **Revista Insignare**

Scientia. v, 6, n. 6, p. 634-656, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13106>.

BERTOLA, A. H.; MORAES, T. S. V. Os registros fotográficos no contexto do Ensino de Ciências por Investigação: em foco o Programa de Residência Pedagógica. **RBECM**, v. 4, n. 2, p. 753-775, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11157>.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus letramento científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**. v, 25, p, 1-17, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782020250036>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRITO, L. O.; Ensino de Ciências por investigação: indicadores da Alfabetização Científica em aulas a distância. **Diversitas Journal**, v. 8, n. 3, p. 2589-2599, 2023. DOI: <https://10.48017/dj.v8i3.2559>.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por Investigação: Uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 1, p. 126-146, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180107>.

CACHAPUZ, A. GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES. (Org.). **A necessária renovação no ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, R. S. P. As ciências biológicas, a biologia escolar e o mundo. **Arquivos do MUDI**, v 22, n 2, p. 21-32, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v22i2.42938>.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e Aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI) In: **LONGHINI, M. D. O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias** [S.l: s.n.], 2011.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

CARVALHO, A. M. P.; GIL PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, A. M. P.; VANUCCHU, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; DE REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental – O conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARMO, R. S. NUNES-NETO, N. F. EL-HANI, C. N. É legítimo explicar em termos teleológicos na biologia? **Revista da Biologia**, v 9, n. 2, p. 28-34, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7594/revbio.09.02.06>.

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

CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/1984723817342016266>.

CONCEIÇÃO, A. R.; FIREMAN, E. C. O ensino de botânica: proposta de ensino investigativo para o 2º ano do ensino fundamental. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 1, p. 168-188, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.12099>.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010003>.

DAVEL, M. A. N. Alfabetização científica ou letramento científico? Entre eles e duelos na educação científica com enfoque CTS. In: Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-9. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2240-1.pdf>, 2017.

DRIVER, R; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**, n. 9, maio. 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf> Acesso em: 08 dez. 2023.

DUSCHL, R. A.; BYBEE, R. W. Planning and carrying out investigations: An entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices. **International Journal of STEM education**, v. 1, n. 1, p. 12, 2014. DOI: <https://10.1186/s40594-014-0012-6>.

EL-HANI, Charbel Niño. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de Biologia. In: SILVA FILHO, Waldomiro et al., (org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador, BA: Arcádia, 2002. p. 199-242.

FABRICIO, L.; MARTINS, A. A. Alfabetização científica no ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: percepções de professores da rede municipal de ensino de Curitiba. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 4, n. 3. 2019. DOI: <https://10.3895/actio.v4n3.10610>.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p42>.

FLACH, P. Z. S.; PINO, J. C. Afinal, para que servem a história e a filosofia da biologia? **Educação Por Escrito**, v. 7, n. 2, p. 236-252, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2016.2.23151>.

FRANCO, L. G.; SOUTO, K. C. N.; MUNFORD, D. Articulações entre práticas investigativas, conceitos científicos e tomada de decisão: Estudando o micro-estrela nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 1-18, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/85/67>. Acesso em: 08 fev. 2024.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 60. p. 687-719, 2020. DOI: <https://10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>.

FOUCAULT, M. **As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas**. São Paulo: Martins Fontes, 2000. 539p.

FUMAGALLI, L. O. ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**, Porto Alegre: ArtMed, 1998.

GHIGGI, C. M.; ROSA, C. T. W.; VIZZOTTO, P. A. Ensino de Ciências nos Anos Iniciais: Qual o Panorama das Teses Brasileiras Produzidas no Período 2000-2020? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* v. 23, p. 1-25, 2023. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2023u329353>.

GODOY, A. V.; SEGRRA, C. E.; MAURO, M. F. Uma experiência de formação docente na área de Ciências Naturais baseada na aprendizagem escolar. **Revista Eureka**, v. 11, n. 3. p. 381-397, 2014.

GOMES, V.; SANTOS, A. C. Perspectivas da alfabetização científica e letramento científico no Brasil: levantamento bibliométrico e opinião de profissionais da educação do ensino fundamental I. **Scientia Plena**, v. 14, n. 5, p. 1-18, 2018. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/4063/1975> Acesso em: 12 ago. 2024.

GÓMEZ-MARTÍNEZ, Y.; CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica. **Revista de Enseñanza de la Física**. v. 27, n. 2, p. 19-27, 2015. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12949>. Acesso em: 22 fev 2024.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. **Science Education**, Hoboken, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, p. 3-8, 1992. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6673.emaberto.11i55.%25p>.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: EDUSP, 2009.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education, Hoboken**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. DOI: [https://doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C) Disponível em: [https://doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C). Acesso em 09 fev. 2024.

LIMA, M. D. B.; CORAZZA, M. J.; JUSTINA, L. A. D. Concepções acerca da história e epistemologia da biologia apresentadas em uma comunidade de prática. **Revista Contexto & Educação**, v.34, n. 107, p. 88–103, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.88-103>.

LIMA, P. A.; SILVA, A. C. T.; SOUZA, D. N. Controvérsias sobre Vacinas: o que pensam os estudantes? **RBECM**, v. 4, n. 2, p. 646-669, 2021. DOI <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11487>.

LORENZETTI, L. Promovendo a Alfabetização Científica e Tecnológica no Contexto Escolar. **Educação Por Escrito**, v.14(1), e45045, p. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2023.1.45045>.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, V.; SASSERON, L.H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.12, n. 2, p. 29-44, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229> Acesso em: 25 jul. 2023

MAUÉS, E. R. C.; LIMA, M. E. C. C. Ciências: atividades investigativas nas séries iniciais. **Presença Pedagógica**, v. 72. 2006. Disponível em: <https://caeiufsj.files.wordpress.com/2014/10/ely-presenc3a7a-pedagc3b3gica.pdf>. Acesso em: 25 jul 2023.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1998.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, E. **Isto é biologia**: A ciência do mundo vivo. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEGLHIORATTI, F. A.; ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, p. 119-138, 2008. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/pt/revista/filosofia-e-historia-da-biologia/articulo/a-compreensao-de-sistemas-biologicos-a-partir-de-uma-abordagem-hierarquica-contribuicoes-para-a-formacao-de-pesquisadores>. Acesso em: jan. 2024.

MEGLHIORATTI, F. A. O conceito de organismo: Uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru-SP, 254p, 2009.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education**. São Francisco, CA: Jossey-Bass, 1998.

MINAYO, M. C. O desafio da pesquisa social. In: Minayo, M. C. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009.

MIQUELOTE, H.; FAVETTA, L. Formação docente e discente em ciências da natureza no 1º ciclo das séries iniciais do ensino fundamental: o conhecimento biológico. **Anais I EREBIO**. Disponível em: <https://www.sbenbio.org.br/regional5/11.htm> Acesso em: 20 mai. 2022.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental: uma articulação entre as falas e representações

gráficas dos alunos. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 4, p. 941-961, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040009>.

MORAES, T. S. V.; CARVALHO, A. M. P. Proposta de sequência de ensino investigativa para o 1º ano do ensino fundamental. **Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 407-437, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5335/rep.v25i2.8171>.

MORAES, T. S. V.; LIMA, E. A.; CARVALHO, A. M. P. Em defesa da atividade de professores e crianças: reflexões sobre a iniciação às ciências na educação infantil. **Revista Perspectiva**, v. 39, n. 01, p. 01-19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2021.e62052>.

MOURA, A. R. M. Contribuições da elaboração de uma sequência de ensino investigativo para o conhecimento didático do professor. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências) Universidade Estadual de Santa Cruz, 104p, 2020.

MOURA, A. R. M.; NUNES, T. B. B.; SEDANO, L. Construção e análise de uma sequência de ensino investigativo: as necessárias conexões com o ensino por investigação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 3, p. 1-22, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v14n3a01>.

MOURA, A. R. M.; SOUZA, C. B. S.; CUNHA, A. O.; SEDANO, L. Limites e possibilidades encontrados por professores ao trabalharem com atividades investigativas nas aulas de ciências: o que as pesquisas apontam? **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 198-216, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v13n2.9832>.

MOURA, A. R. M.; VALOIS, R. S.; SEDANO, L. Análise do enfoque investigativo em atividades experimentais de uma coleção de livros didáticos. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 139-159, 2019. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/5339/3069>. Acesso em: 13 nov. 2023.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?, **Revista Ensaio**, v.9, n.1, p. 89-111, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. **New York: National Academy Press**, 2000.

OLIVEIRA, R. S. D.; FIREMAN, E. C. Alfabetização Científica e a Base Nacional Comum Curricular nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. IN: LIRA, T. H.; FIREMAN, E. C. (orgs). **Ensino de Ciências para os Anos Iniciais: Teorias e Práticas**. Editora Olyver, p. 15-30, 2023.

OLIVEIRA, V. S. S.; BOZZA, V. A. C.; PAULETTI, F.; MALHEIRO, J. M. D. Construindo um submarino: a análise de argumentos científicos por meio de

uma sequência de ensino investigativo. **Revista Ciências & Ideias**, n. 14, p.1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2023.v14.2215>.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. Indicadores de Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica sobre diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 20, p.208-238, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p208>.

PIZARRO, M. V.; LOPES JUNIOR, J. Os indicadores de alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental e o uso da história em quadrinhos como recurso didático em ciências. IN: BASTOS, F. org. **Ensino de ciências e matemática III: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas** [online]. São Paulo: Editora UNESP. p. 109-129, 2010.

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. O Arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 106-120, jan-jun 2013. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/246>. Acesso em: 20 jan. 2024.

PSCHEIDT, C.; LORENZETTI, L. Contribuições de um curso de formação continuada para a promoção da alfabetização científica de docentes no Museu da Terra e da Vida. **Revista Alexandria**, v. 13, n. 1, p. 155-179, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n1p155>.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, A. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS01>.

RICHARDSON, R. J. (Org) **Pesquisa Social**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2015.

RIVERO, A., MARTIN DEL POZO, R., SOLIS, E., AZCARATE, P. PORLAN, R. Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. **Enseñanza de las ciencias**, v.35. n.1, p. 29-52. 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/319567>. Acesso em: 30 mar. 2022.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Curitiba. **Anais**, 2008. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2023.

RODRIGUES, C. S. C.; RODRIGUES, M. A. Refletindo sobre o ensino de ciências com professores dos anos iniciais por meio de uma sequência de ensino investigativo. **ACTIO**, v. 3, n. 2, p. 58-79, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v3n2.7225>.

RODRIGUÉZ, J. J. G.; LEÓN, P. C. ¿Cómo enseñar? Hacia uma definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación en la escuela**, v. 25, n. p.5-16, 1995. Disponível em: <https://idus.us.es/handle/11441/59627>. Acesso em: 02 fev. 2023.

ROSEMBERG, A. **The structure of biological science**. New York: Cambridge University Press, 281p, 1985.

SALAS, M. I. T. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. **Revista Electrónica Educare**, v. 14, n.1, p. 131-142. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SANTANA, A. J. S.; MOTA, M. D. A. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**. V. 6 p. 450-466, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15536/reducarmais>. Acesso em: 15 jun 2023.

SANTANA, G. S.; FIREMAN, E. C. Indicadores de Alfabetização Científica: análise das ações educativas nos parques ecológicos na cidade de Maceió-AL. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática – REAMEC**, v. 10, n.3, p. 1-23, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14181>.

SANTOS, R. A.; BRICCIA, V. Alfabetização Científica e temas locais: relações necessárias. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 1, n. 233, p. 74-85, 2022. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CAR_VALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18. n.3, p. 879-904, 2018. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183879>.

SARTORI, J.; LONGO, M. Práticas Investigativas no ensino de ciências na educação básica. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 1-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i3.11976>.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. **Tese** (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Acesso em: 22 fev. 2024.

SASSERON, L. H.. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v. 17, p. 49-67, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciências e Educação (UNESP)**, v. 17, p. 97-114, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>.

SASSERON, L. M.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 13 (3), p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>. Acesso em: 07 dez. 2023.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SEDANO, L. Textos de divulgação científica em sala de aula: um estudo sobre a compreensão leitora. **X Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**, 2016.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Revista Alexandria**, v. 10, n.1, p. 199-220, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIEIRA, C. A. O Ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2017v7n2id314>.

SILVA, A. G.; NASCIMENTO, T. B.; REBEQUE, P. V. Sequência de Ensino Investigativa sobre a Densidade dos Corpos: Desenvolvimento em uma turma de Quinto Ano do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. 1-28, 2022. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u257284>.

SILVA, A. V.; OLIVEIRA, M. T.; HARDOIM, E. L. Microbio bactérias: um aplicativo educacional para o ensino de microbiologia por investigação. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 1-22, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14183>.

SILVA, D. L. B.; MALHEIRO, J. M. S.; SILVA, C. E. Ensino por Investigação como promotor da aprendizagem sobre a formação dos solos. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática – REAMEC**, v. 12, p. 1-17, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16679>.

SILVA, W. R.; HECKLER, V. Pesquisa-Formação na cibercultura e a análise textual discursiva: o que é isso que se mostra de uma comunidade de professores? **Anais do 37º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**,

2017. Disponível em:

<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s11/ficha-351.pdf>.

Acesso em: 10 out. 2023.

SILVA, Y. C. R.; SILVEIRA, D. P.; LORENZETTI, L. A Alfabetização Científica e Tecnológica nos Anos Iniciais do Ensino de Ciências: uma análise da produção acadêmica. **Vitruvian Cogitationes**, v. 2, n. 2, p. 19-38, 2023. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/revisvitruscoqitationes/article/view/69073>. Acesso em: set. 2023.

SOLINO, A. P. FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. Ensino por Investigação por abordagem didática: Desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI SNEF**, 2015. Disponível em:

<https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>.

Acesso em: 06 Abr. 2023.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. A conceituação científica nas relações entre a abordagem temática freireana e o Ensino por Investigação. **Revista Alexandria**. V. 7, n. 1, p. 75-101, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38178> Acesso em: 22 mai. 2023.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: proposta para a promoção da alfabetização científica por meio da abordagem do ensino por investigação.

Investigações em Ensino de Ciências, v. 27, n. 2, p. 93-115, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p93>.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.especial, p. 97-114, 2015. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Acesso em: 05 abr 2023.

TOGNON, M.E.; OLIVEIRA, P.C. Ensino de botânica por investigação: promovendo a alfabetização científica no ensino médio. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, e21028, 2021.

VIEIRA, W. K. M.; MORAES, R. C. S.; GONDINHO-NETTO, M. C. M. Avaliação de uma sequência de ensino investigativa sobre poluição aplicada no ensino médio de alunos jovens e adultos. **Comunicações**, v. 26, n. 2, p. 161-177, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.15600/2238-121X/comunicacoes.v26n2p161-177>.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o Ensino de Ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação- PPGE/ME**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012. Disponível em:

<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/3470>. Acesso em: 11 dez. 2023.

VIDAL, L.M.M.; JARDIM, M.I.A.; QUEIROS, W.P. Ensino por investigação: percepção de alunos sobre estratégia metodológica no processo de aprendizagem em Biologia. **Revista Prática Docente**. v. 7, n. 2, e 22044, 2022

VOSGERAU, D. S. R.; MEYER, P.; CONTRERAS, R. Análise de dados qualitativos nas pesquisas sobre formação de professores. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 53, p. 909- 935, 2016. DOI: [10.7213/1981-416X.17.053.AO10](https://doi.org/10.7213/1981-416X.17.053.AO10).

WARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 24, p. 5-13, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v12i24.3172>. Acesso em: 24 jan 2024.

ZOMPERO, A.F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, 13, 67-80, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172011130305> Acesso em: 19 nov. 2022.

ZOMPERO, A. F.; TEDESCHI, F. Atividades investigativas e indicadores de alfabetização científica em alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. **Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 546-567, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5335/rep.v25i2.8178>.

APÊNDICE A – Proposta de curso de Formação Continuada aprovada no CNPq



PROPOSTA

Processo: 423206/2021-4
 Envio: 30/09/2021 21:07:54
 Setor: COSAE/CGCHS/DEHS



9917625420877212

IDENTIFICAÇÃO

PROponente

NOME: Elton Casado Fireman
 CPF: 757.497.694-53 DOC. IDENTIFICAÇÃO: 1054286 PAIS: Brasil EMISSOR: SSP
 FORMAÇÃO/TITULAÇÃO: Doutorado em Física, Universidade Federal de São Carlos, 1998-2002
 INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Brasil
 VÍNCULO:

CHAMADA

NOME: Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 - Faixa A - Grupos Emergentes
 SIGLA: Universal 2021

COMITÊ/ÁREA

COMITÊ: ED - Educação
 ÁREA: Métodos e Técnicas de Ensino

PROJETO

INÍCIO: 03/12/2021 DURAÇÃO: 36 meses
 TÍTULO (em português): SABERES DOCENTES MOBILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO
 TÍTULO (em inglês): TEACHING KNOWLEDGE MOBILIZED IN THE CONSTRUCTION OF RESEARCH TEACHING SEQUENCES
 PALAVRAS CHAVE (em português): FORMAÇÃO CONTINUADA; ENSINO POR INVESTIGAÇÃO; ANOS INICIAIS; SABERES DOCENTES
 PALAVRAS CHAVE (em inglês): TEACHING BY RESEARCH; CONTINUING TRAINING; EARLY YEARS; TEACHING KNOWLEDGE

EQUIPE

Coordenador

NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Elton Casado Fireman	Doutorado	-	Universidade Federal de Alagoas / Centro de Educação-UFAL-AL-Brasil-	Métodos e Técnicas de Ensino, Currículos Específicos para Níveis e Tipos de Educação, Tecnologia Educacional

Quadro Geral

CATEGORIA	NÚMERO DE PARTICIPANTES
Coordenador	1
Pesquisador	7
Aluno de Graduação	1
Aluno de Pós-Graduação	1

(*) A lista detalhada dos membros da equipe encontra-se no final do documento.

RESUMO

Este projeto propõe uma pesquisa em formação de professores, gerida por três grupos de pesquisa de Universidades nordestinas diferentes, e apresenta como sujeitos da pesquisa professores de escolas da cidade, do campo, quilombolas e de educação indígena. Parte da formação de professores de anos iniciais do Ensino Fundamental sobre Ensino de Ciências por Investigação, tendo como alvo a promoção da Alfabetização Científica. Pretende fomentar discussões teóricas e momentos de planejamento, de maneira colaborativa, de Sequências de Ensino Investigativo (SEI), envolvendo professores dos anos iniciais (pedagogos) e licenciandos de química, física e biologia, bem como a aplicação da SEI e avaliação didático-pedagógica dessa aplicação nas respectivas turmas dos pedagogos sujeitos da pesquisa. Diante da diversidade dos sujeitos envolvidos e do caráter colaborativo da pesquisa, apresenta-se como questão: como se mobilizam os saberes dos professores dos anos iniciais, ao planejar uma sequência de ensino investigativo na perspectiva da Alfabetização Científica em um curso de formação continuada? E tem como objetivo geral analisar os saberes mobilizados por professores dos anos iniciais juntamente com os licenciandos de química, física e biologia, ao planejarem e aplicarem uma Sequência de Ensino por Investigação, na perspectiva da Alfabetização Científica em um curso de formação continuada. A hipótese aqui defendida é a de que os professores produzirão conhecimento sobre o ensinar a aprender Ciências a partir de abordagem didática investigativa e esses conhecimentos poderão ser analisados, constituindo o objeto de pesquisa a ser investigado aqui: os saberes docentes.

A obtenção dos dados será por gravações durante todo o processo, com posterior transcrição. O tratamento dos dados se dará com a técnica da Análise de Conteúdo e a análise, após a construção das categorias, será a partir de episódios e turnos, estabelecendo uma relação entre os dados e a teoria estudada.

MARCOS FÍSICOS DE EXECUÇÃO DE PROJETO

ID Marco:	ATIVIDADE	MARCOS FÍSICOS	INÍCIO ATIVIDADE	FIM ATIVIDADE
1	Preparação da formação continuada	Plano de curso, ambiente virtual Google Classroom e demais materiais prontos	1	1
2	Submissão do projeto ao comitê de ética para pesquisas com seres humanos	Aprovação no comitê de ética	1	1
3	Cadastrros da formação enquanto ação de extensão nas universidades (UFAL, UESC e UFPI)	Aprovação nas pró-reitorias de extensão da UFAL, UESC e UFPI	1	1
4	Inscrição dos professores dos Anos Iniciais em cada estado	Lista de participantes com os professores das instituições parceiras	1	1
5	Seleção e inscrição dos licenciandos que farão parte da formação	Lista com nome de licenciandos por instituição oriundos das licenciaturas em Biologia, Física e Química	1	1
6	Realização da Formação continuada nos três estados	Ministração da formação continuada com 120 horas.	2	3
7	Filmagem de todos os momentos das formações tanto on-line quanto presencial.	Gravações e transcrições das formações	2	4
8	Observação das produções das sequências didáticas.	Registro dos diálogos das equipes de produção com a equipe de formação durante o processo de produção. Sequências didáticas produzidas pelos professores em formação.	3	4
9	Aplicação das sequências produzidas durante as formações com registro em vídeo	Filmagem e transcrições das aulas com aplicação das sequências.	3	4
10	Replanejamento das sequências didáticas por parte de cada equipe com base na aplicação que foi realizada.	Sequências didáticas avaliadas. Registros das reuniões entre as equipes de professores e a equipe de formadores/pesquisadores.	3	4
11	Análise do material produzido e sistematizações das observações.	Produção de relatórios conclusivos	4	5
12	Realização de evento com os professores em formação e a equipe de professores/pesquisadores para apresentação dos primeiros resultados do projeto.	Encontro de socialização das sequências didáticas produzidas pelos professores em formação continuada.	5	5
13	Organização de produção com as sequências didáticas selecionadas durante o projeto e socialização na rede.	Organização de e-book com sequências didáticas produzidas e validadas pelos professores durante a formação.	5	6

SOBRE O PROJETO

MOTIVAÇÃO

DESCREVER A MOTIVAÇÃO DA PESQUISA, ISTO É, QUAL A QUESTÃO CENTRAL ABORDADA NESTE PROJETO. APRESENTAR DE FORMÁ CLARA E OBJETIVA A PERGUNTA OU HIPÓTESE PRINCIPAL QUE SERÁ INVESTIGADA NESTE PROJETO.

Trabalhos com Ensino por Investigação, nos levam a pergunta: Como se mobilizam os saberes dos professores dos anos iniciais, ao planejar uma sequência de ensino investigativo na perspectiva da Alfabetização Científica em um curso de formação continuada? Com base nesta pergunta, temos por objetivo analisar os saberes mobilizados por professores dos anos iniciais (pedagogos) juntamente com os licenciandos de química, física e biologia, ao planejarem e aplicarem uma Sequência de Ensino por Investigação, na perspectiva da Alfabetização Científica em um curso de formação continuada.

POR QUE ESTE TEMA É IMPORTANTE PARA A SUA ÁREA DE CONHECIMENTO? ISTO É, O QUE MUDA NA ÁREA DE CONHECIMENTO ESPECÍFICA QUANDO ESTE PROJETO TIVER SIDO EXECUTADO?

EXPLICAR PORQUE CONSIDERA SUA PROPOSTA RELEVANTE PARA EXPANDIR A FRONTEIRA DA ÁREA E SUB-ÁREA DO CONHECIMENTO QUE FORAM DECLARADAS ACIMA. RESPONDA CONSIDERANDO AS "ÁREAS DE CONHECIMENTO" DEFINIDAS PELO CNPQ.

A partir da formação, divulgação e aplicação do conhecimento Ensino de Ciências por Investigação e Sequência de Ensino Investigativo, almejando a Alfabetização Científica em diversas realidades educacionais, culturais e de

pesquisa nordestinas, pois a pesquisa se realizará com professores e estudantes das cidades, do campo, quilombolas e de educação indígena. Publicações dos grupos de pesquisa aqui representados evidenciam a validade da parceria Universidade-Escola para a formação de professores, e das abordagens pesquisa-formação e pesquisa colaborativa em suas investigações.

RELEVÂNCIA E POTENCIAL DE INOVAÇÃO

ESTE PROJETO ORIGINARÁ ALGO PRÁTICO (UMA NOVA TÉCNICA, UMA NOVA TECNOLOGIA, UM NOVO EQUIPAMENTO)? ISTO É, SEUS RESULTADOS PODERÃO SER IMEDIATAMENTE USADOS PARA RESOLVER ALGUM PROBLEMA PRÁTICO?

Não. Num primeiro momento os resultados não poderão ser aplicados, pois haverá necessidade de maior refinamento.

ESTE PROJETO ORIGINARÁ ALGO TEÓRICO? ISTO É, SEUS RESULTADOS RESOLVERÃO UMA DÚVIDA AINDA EXISTENTE NO ARCABUÇO TEÓRICO DA ÁREA DE CONHECIMENTO A QUE SE REFERE O PROJETO?

Sim. O projeto visa justamente elucidar uma parte obscura e ainda inexplicada desta área de conhecimento.

SOBRE A METODOLOGIA

DESCREVER DE FORMA SUCINTA A MANEIRA COMO SE PRETENDE CONDUZIR ESTE PROJETO DE FORMA A GARANTIR O ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS DENTRO DO PRAZO E ORÇAMENTO PREVISTOS.

A proposta traz uma pesquisa qualitativa. A obtenção dos dados será em um contexto de formação, para os licenciandos e os professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nas formações abordaremos o Ensino de Ciências com o objetivo a promoção da Alfabetização Científica (AC), e o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) como abordagem didática, SASSERON, (2015). Serão abordadas as Sequências de Ensino Investigativo (SEI), CARVALHO (2013, 2018), enquanto uma modalidade organizativa de ensino? (LERNER, 2012), com as características do ENCI, almejando a AC. Os sujeitos envolvidos irão planejar as SEI em parceria com os licenciandos. As SEI planejadas em processo colaborativo serão aplicadas em sala de aula e avaliadas, com possibilidade de replanejamento. Durante as etapas, a obtenção dos dados se dará por videogravação e posterior transcrição para pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, de acordo com a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin, (1977). Para a análise dos dados, utilizaremos a separação em episódios e turnos, CARVALHO (2011), e as categorias de análise serão construídas na interlocução do referencial teórico.

SOBRE A EQUIPE E A INSTITUIÇÃO

POR QUE A EQUIPE PROPONENTE É CAPACITADA A DESENVOLVER ESTE PROJETO DE FORMA EFICIENTE E EFICAZ?

DESCREVER AS PRINCIPAIS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DA EQUIPE PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.

A equipe é composta por oito doutores com experiência em pesquisas, extensão e orientações voltadas para o Ensino por Investigação (EI) e no ensino de Ciências em programas de pós-graduação. Temos professores que atuam no PIBID, e nas licenciaturas em química, física, biologia e pedagogia. Vários pesquisadores possuem boa produção em EI. Possui representantes nos estados de Alagoas, Bahia e Piauí, local da pesquisa. A coordenação tem larga experiência no EI para os Anos Iniciais, pautados na Alfabetização Científica incluindo a Formação de Professores.

QUAIS SÃO OS TRÊS TRABALHOS ANTERIORES DESENVOLVIDOS RECENTEMENTE POR ESTA EQUIPE QUE MAIS SE APROXIMAM DO TEMA DESTA PROJETO?

CITE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS (ARTIGOS, LIVROS), REGISTROS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, EXIBIÇÕES, ESPETÁCULOS, PALESTRAS, DIAS DE CAMPO, OU QUALQUER OUTRA REALIZAÇÃO QUE POSSA DEMONSTRAR A QUALIDADE E EXPERIÊNCIA PRÉVIA DA EQUIPE NESTE TEMA.

Sobre a atuação de professores, temos o trabalho Limites e Possibilidades encontrados por professores ao trabalharem com atividades investigativas nas aulas de Ciências: O que as pesquisas apontam?. REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, v. 13, p. 198-216, 2020, este artigo (uma frase). Sobre a construção e validação de sequências didáticas, temos os trabalhos: Ensino por investigação e cinética química: desafios e possibilidades. DEBATES EM EDUCAÇÃO, v. 13, p. 41-66, 2021, e Ensino de Ciências por Investigação: Uma Estratégia Didática para Auxiliar a Prática dos Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, v. 3, p. 76-98, 2020, ambos os trabalhos exploram a utilização de sequências de ensino investigativo construídas por licenciandos na área e avaliados por alunos do curso de pedagogia.

DESCREVA, SE HOVER, INSERÇÃO INTERNACIONAL DESTA EQUIPE.

DESCREVER AS PRINCIPAIS ATUAÇÕES DA EQUIPE NO ÂMBITO INTERNACIONAL, NO QUE DIZ RESPEITO AO TEMA DESTA PROJETO.

A equipe tem participações em eventos, como: X Congresso Iberoamericano de Educación Científica, 2019, Montevideo. Revistas internacionais: REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACION EN PSICOLOGIA Y EDUCACION e ESPACIOS (CARACAS) e um co-orientação com a universidade de SEK no Chile que resultou no artigo: CONTRIBUIÇÕES DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ESTÁGIO EM ENSINO DE FÍSICA. EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS), v. 13, p. 266-296, 2018.

POR QUE O PRESENTE PROJETO PODE SER DESENVOLVIDO DE FORMA EFICIENTE E EFICAZ NA INSTITUIÇÃO ONDE SERÁ SEDIADO?

DESCREVER A DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.

O Grupo de Formação de Professores e Ensino de Ciências do CEDU-UFAL, tem sua sala refrigerada com duas mesas de reuniões e três computadores e impressora. Sendo espaço de seminários de grupos e de reuniões de pesquisa, e laboratório de ensino. Já o Grupo de Ensino de Ciências e Biologia da UFPI-Florianópolis, tem acesso à uma sala refrigerada, computador de mesa e impressora, mesa de reuniões e estudos. O Grupo de Estudos e Pesquisa em Prática

Pedagógica e a Docência da UESC, tem sala de refrigerada com uma mesa de reuniões. Tem acesso também à sala de Práticas Pedagógicas do Departamento.

SOBRE COLABORAÇÕES E PARCERIAS

HÁ COLABORAÇÕES OU PARCERIAS JÁ ESTABELECIDAS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO?

Sim. Quais?

QUAIS?

1) Em Alagoas, com a Secretaria Municipal de Educação de São Luis do Quintude - AL, participação dos professores dos anos iniciais das escolas públicas municipais na formação. 2) No Piauí foram estabelecidas duas parcerias: uma com o Quilombo Mimbó, na cidade de Amarante-PI, sua Unidade escolar e com a Secretaria Municipal de Educação de Floriano (SEMED). 3) Em Ilhéus, as parcerias foram estabelecidas com a Secretaria Municipal de Educação (SEDUC), por meio de uma unidade escolar da cidade e também com a Escola Estadual Indígena Pataxó Acuípe de Baixo.

SOBRE RECURSOS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO

HÁ RECURSOS FINANCEIROS DE OUTRAS FONTES APROVADOS PARA APLICAÇÃO NO PROJETO?

INDICAR, CASO HOVER, A FONTE DE FINANCIAMENTO, O VALOR DOS RECURSOS APROVADOS E A NATUREZA DA DESPESA (CUSTEIO, CAPITAL, BOLSAS, ETC.).

Não temos recursos de outra instituição.

PLANO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

DESCREVER SUCINTAMENTE AS FORMAS UTILIZADAS PARA DIVULGAÇÃO DO TRABALHO (I) PARA A COMUNIDADE CIENTÍFICA NACIONAL E INTERNACIONAL E (II) PARA O PÚBLICO EM GERAL.

Para a ampla divulgação das ações desenvolvidas pelo projeto faremos o uso das redes sociais dos grupos de pesquisa coordenados pela equipe proponente, assim como das redes das instituições parceiras. Em cada Estado (Alagoas, Bahia e Piauí), já contamos com páginas no Instagram (@qpfpec, @geped_uesc, @encibiocafs), além de um canal do Youtube (GEPEU UESC) que facilitarão na divulgação para o público em geral. Para a comunidade acadêmica os resultados obtidos ao longo do projeto serão divulgados através de apresentação de trabalhos em eventos nacionais e internacionais da área, bem como através da publicação de artigos em periódicos de grande impacto na área de Educação e Ensino. Realizaremos pelo menos um evento vinculado ao projeto, para que possamos socializar nossos alcances e assim, estabelecer a aproximação entre a universidade, as instituições parceiras e a comunidade em geral.

POR QUE SERIA IMPORTANTE PARA O CNPQ FINANCIAR ESTE PROJETO?

JUSTIFICAR O FINANCIAMENTO DO PROJETO PELO CNPQ. (MÁXIMO 100 PALAVRAS; 600 CARACTERES).

O projeto tem uma ação de formação de professores, e atinge três municípios em diferentes estados nordestinos, incluindo escolas da cidade, rurais, quilombola e indígena. Enquanto pesquisa, o projeto se propõe a responder sobre os saberes mobilizados pelos professores, na autoria de suas próprias sequências didáticas, em diferentes contextos de atuação. Outro aspecto, é a interação de professores especialistas com generalistas, pedagogos e alunos das licenciaturas. Importantes fatores de fortalecimento do ensino de ciências na Educação Básica e formação de professores podem ser relacionados.

ÁREAS DO CONHECIMENTO RELACIONADAS

PRINCIPAL

- Métodos e Técnicas de Ensino

CORRELATAS

Nenhuma Informação Fornecida.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

CoLaboradora

- Universidade Federal do Piauí - UFPI, PI, Brasil
- Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, BA, Brasil

Executora/Sede

- Universidade Federal de Alagoas - UFAL, AL, Brasil

RECURSOS

CUSTEIO			
ITEM	DETALHAMENTO	JUSTIFICATIVA	VALOR
Custeio (Total)		Aquisição de materiais de expedientes, materiais para realização de atividades investigativas experimentais. Passagens e diárias para realização de encontros na formação e análise de materiais como reuniões presenciais de pesquisadores. Prestação de serviços para transcrição de vídeos, revisão de textos e tradução de artigos para inglês. Diagramação e editoração de e-book.	R\$ 64.000,00
			TOTAL CUSTEIO R\$ 64.000,00

CAPITAL			
ITEM	DETALHAMENTO	JUSTIFICATIVA	VALOR
Capital (Total)		Aquisição de computadores e impressoras para dar suporte a construção de materiais, análise de dados em cada uma das três instituições de pesquisa. Filmadoras para registro de dados.	R\$ 38.000,00
			TOTAL CAPITAL R\$ 38.000,00

RECURSOS BOLSA							
MODALIDADE	QTD	DURAÇÃO	BENEFÍCIO	VALOR	QTD	TOTAL	
Iniciação Científica - IC	1	36 meses	ITEM				
			Mensalidade	R\$ 400,00	36	R\$ 14.400,00	
						SUBTOTAL	R\$ 14.400,00
							TOTAL BOLSA R\$ 14.400,00

QUADRO GERAL DE ORÇAMENTO			
CUSTEIO			
ITEM			VALOR
Custeio (Total)			R\$ 64.000,00
			TOTAL CUSTEIO R\$ 64.000,00
CAPITAL			
ITEM			VALOR
Capital (Total)			R\$ 38.000,00
			TOTAL CAPITAL R\$ 38.000,00
BOLSA			
ITEM			VALOR
Iniciação Científica - IC			R\$ 14.400,00
			TOTAL BOLSA R\$ 14.400,00
			TOTAL GERAL R\$ 116.400,00

EQUIPE (LISTA COMPLETA DOS MEMBROS)				
Coordenador				
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/ DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Elton Casado Fireman	Doutorado	-	Universidade Federal de Alagoas / Centro de Educação-UFAL-AL-Brasil-	Métodos e Técnicas de Ensino, Currículos Específicos para

Rosemeire da Silva Dantas Oliveira	Doutorado	-	Secretaria Municipal de Educação de Maceió-SEMED-AL-Brasil-	-
	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Dar suporte a coleta de dados durante as formações para o estado da Bahia, analisar os dados coletados. Dar apoio a produção de textos de relatórios e de artigos.		
URL DO CURRÍCULO	http://lattes.cnpq.br/3671522645329337			
NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/ DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Silvana Paulina de Souza	Doutorado	-	Universidade Federal de Alagoas / Centro de Educação-UFAL-AL-Brasil-	Educação, Métodos e Técnicas de Ensino, Administração de Unidades Educativas, Educação Artística
	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Acompanhar e realizar formações para os professores participantes do projeto. Auxiliar e observar a inserção de atividades vinculadas a leitura e a escrita durante a produção das sequências didáticas. Observar a relação entre ensino de ciências e o processo de alfabetização na língua materna.		
URL DO CURRÍCULO	http://lattes.cnpq.br/4237683604411139			

Aluno de Graduação

NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/ DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Tamiris de Almeida Silva	Mestrado Profissional	-	Universidade Federal de Alagoas / Centro de Educação-UFAL-AL-Brasil-	-
	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Acompanhar as formações. Dar apoio e observar a inserção da leitura e da escrita na produção de Sequências Didáticas por parte dos professores em formações. Apoiar a coleta e análise de dados.		
URL DO CURRÍCULO	http://lattes.cnpq.br/6841739507629131			

Aluno de Pós-Graduação

NOME	FORMAÇÃO/TITULAÇÃO	BOLSA	INSTITUIÇÃO/ DEPARTAMENTO	ÁREAS DE ATUAÇÃO
Antonio Reynaldo Meneses Moura	Mestrado	-	Universidade Federal de Alagoas / Centro de Educação-UFAL-AL-Brasil-	Métodos e Técnicas de Ensino, Ensino de Ciências, Educação
	TEMPO DEDIC. PROJ.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO		
	10 horas/semana	Apoiar a coleta de dados durante o processo de formação, durante a realizações das formações. Transcrever e analisar dados coletados com o apoio de doutores da equipe, no que se refere ao material produzido no estado do Piauí.		
URL DO CURRÍCULO	http://lattes.cnpq.br/7071780620745044			

Ensino de Química, Divulgação

DECLARAÇÃO

Declaro formalmente que:

1. Tenho ciência, concordo e me comprometo a cumprir todas as diretrizes da Chamada UNIVERSAL 2021;
2. Não tenho qualquer inadimplência com o CNPq e com a Administração Pública Federal, direta ou indireta;
3. Não sou coordenador nem participo como membro de equipe em outra proposta nesta mesma Chamada;
4. Não sou coordenador de proposta de Chamadas Universais anteriores cuja vigência possa vir a sobrepor-se à vigência da presente proposta;
5. Tenho anuência da instituição executora para conduzir o projeto em suas dependências;
6. Tenho anuência de todos os membros que compõem a equipe para incluí-los como participantes desta proposta, mantendo sob minha guarda as respectivas cartas de anuência (ou e-mails contendo cabeçalhos originais);
7. Confirmei com todos os membros que eles têm ciência de que não podem participar como membros de equipe nem coordenadores de outra proposta nesta mesma chamada;
8. Tenho ciência de que qualquer declaração falsa apresentada na proposta ensejará (i) o indeferimento do meu pleito, com prejuízos estendidos aos demais membros da equipe, que não terão oportunidade de se incluírem em alguma outra proposta nesta chamada (ii) providências do CNPq para responsabilizar-me civil e criminalmente por este feito.

 Li e estou de acordo com a declaração acima**NOME**

Elton Casado Fireman

CPF

757.497.694-53

Declaração registrada eletronicamente através da internet junto ao CNPq, mediante uso de senha pessoal do solicitante em 30/09/2021 às 21:07:54, sob o número de protocolo 9917625420877212

ANEXO A – Parecer de aprovação do projeto no CEP/UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Saberes docentes mobilizados na construção de Sequências de Ensino Investigativo

Pesquisador: ELTON CASADO FIREMAN

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 64792022.7.0000.5013

Instituição Proponente: Centro de Educação

Patrocinador Principal: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO-CNPQ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.992.045

Apresentação do Projeto:

"Esse projeto propõe uma pesquisa em formação de professores, gerida por três grupos de Universidades Públicas, nordestinas, diferentes, e apresenta como sujeitos da pesquisa professores da rede pública municipal. Parte da formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre Ensino de Ciências por Investigação, tendo como alvo a promoção da Alfabetização Científica. A formação continuada será realizada por integrantes do Grupo de Pesquisa Formação de Professores e Ensino de Ciências (GPFPEC) da UFAL em colaboração com mais dois grupos de estudo, são eles: Grupo de Estudos e Pesquisas em Práticas Pedagógicas e a Docência (GEPED) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia (GEPECBio) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Pretende fomentar discussões teóricas e momentos de planejamento, de maneira colaborativa, de Sequências de Ensino Investigativo (SEI), envolvendo professores dos anos iniciais (pedagogos) e licenciandos de química, física e biologia, bem como a implementação da SEI e avaliação didáticopedagógica dessa aplicação nas respectivas turmas dos pedagogos sujeitos da pesquisa. O referido curso de formação continuada se dará de maneira híbrida. Logo, os integrantes do GPFPEC ministrarão aulas no curso de formação continuada de maneira presencial para os docentes de São Luiz Quitunde/AL, enquanto os integrantes dos demais grupos de pesquisa participarão desta formação de maneira remota, por meio de encontros virtuais pelo

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

Continuação do Parecer: 5.992.045

Google Meet. Ao longo da formação serão realizadas discussões teóricas e práticas com os professores, sujeitos da pesquisa, abordando as temáticas do curso de formação continuada. Nesta pesquisa, temos a seguinte questão: como se mobilizam os saberes de professores dos anos iniciais, ao planejar uma sequência de ensino investigativo na perspectiva da Alfabetização Científica em um curso de formação continuada? E tem como objetivo analisar os saberes mobilizados por professores dos anos iniciais juntamente com licenciandos de química, física e biologia, ao planejarem e implementarem uma SEI, na perspectiva da Alfabetização

Científica em um curso de formação continuada. A hipótese defendida aqui é a de que os professores produzirão conhecimentos sobre o ensinar e aprender Ciências a partir da abordagem didática investigativa e esses conhecimentos poderão ser analisados, constituindo o objeto de pesquisa a ser investigado aqui: os saberes docentes. A obtenção dos dados será por videografações durante todo o processo, com posterior transcrição. O tratamento dos dados se dará com a técnica de Análise de Conteúdo, após a construção das categorias, será a partir de episódios e turnos, estabelecendo uma relação entre os dados e a teoria estudada. Se faz importante frisar que a análise dos dados coletados será realizada por integrantes dos 3 (três) grupos de pesquisas mencionados nesta pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar os saberes mobilizados por professores dos anos iniciais, juntamente com os licenciandos de química, física e biologia, ao planejarem e aplicarem uma Sequência de Ensino por Investigação, na perspectiva da Alfabetização Científica, em um curso de formação continuada.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos:

Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental do sujeito participante do estudo: os experimentos, a serem realizados nas formações, não apresentam material tóxico que prejudiquem a saúde dos sujeitos participantes da pesquisa. Mas ao aceitar participar desta investigação, o participante pode se deparar com situações de desconforto, constrangimento ou mudança de comportamento, seja durante a execução das atividades propostas ou durante as gravações em áudio e/ou vídeo. Desta forma, o professor, sujeito da pesquisa, poderá desistir da sua participação a qualquer momento, caso julgue necessário, devendo o mesmo comunicar os eventuais incômodos à equipe responsável para que seja feita a substituição dos procedimentos, se for o caso. Outro risco a ser levado em conta consiste na quebra de sigilo da pesquisa, perda ou extravio das informações, por esse motivo, o participante não será identificado em nenhuma atividade do projeto e sua identidade será preservada."

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.992.045

Benefícios:

Os benefícios esperados com a participação do professor, sujeito da pesquisa, mesmo que não diretamente são: contribuir para um melhor entendimento sobre as temáticas: Alfabetização Científica, ensino por investigação e Sequência de Ensino Investigativo; deste modo, auxiliando o docente, no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, através de aulas planejadas e desenvolvidas por meio da abordagem didática do ensino por investigação."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

"O curso de formação é destinado para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental de escolas da rede pública da cidade de São Luiz do Quitunde/AL. A formação continuada será realizada por integrantes do Grupo de Pesquisa Formação de Professores e Ensino de

Ciências (GPFPEC) da UFAL em colaboração com mais dois grupos de estudo, são eles: Grupo de Estudos e Pesquisas em Práticas Pedagógicas e a Docência (GEPED) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia (GEPECBio) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). O referido curso de formação continuada se dará de maneira híbrida. Logo, os integrantes do GPFPEC ministrarão aulas no curso de formação continuada de maneira presencial para os docentes de São Luiz Quitunde/AL; enquanto os integrantes dos demais grupos de pesquisa participarão desta formação de maneira remota, por meio de encontros virtuais pelo Google Meet. Ao longo da formação serão realizadas discussões teóricas e práticas com os professores, sujeitos da pesquisa, abordando as temáticas do curso de formação continuada. O projeto será desenvolvido em 3 (três) principais etapas. No primeiro momento, os pesquisadores irão trabalhar aspectos teóricos e práticos de temas relacionados com o Ensino de Ciências com o objetivo de promover a Alfabetização Científica, e o Ensino de Ciências

por Investigação, como uma abordagem didática (SASSERON, 2015). Além disso, discutiremos as características e especificidades das Sequências de Ensino Investigativo (SEI) (CARVALHO, 2013; 2018). Após as discussões teóricas, os professores serão inseridos no processo de elaboração de Sequência de Ensino Investigativo (SEI), onde juntamente com os professores envolvidos na formação e os bolsistas que farão parte do projeto poderão colocar em prática todos os saberes construídos durante o projeto, bem como relacionar sua

prática profissional no processo de construção desses materiais didáticos. As SEI planejadas e elaboradas durante o curso, em colaboração, serão implementadas em sala de aula e avaliadas sob a ótica de referenciais da área e, a partir disso, podem ser replanejadas e reorganizadas. Durante

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: cep@ufal.br

Continuação do Parecer: 5.992.045

essas etapas, os dados serão obtidos a partir de videogravação e posteriormente serão transcritos e analisados. Destacamos também que organizaremos a análise com base nos episódios e turnos de Carvalho (2011) e utilizaremos a técnica de Bardin (1977) – pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Se faz importante frisar que a análise dos dados coletados será realizada por integrantes dos 3 (três) grupos de pesquisas mencionados nesta pesquisa. Portanto, as categorias serão elaboradas na interlocução do referencial teórico. Neste estudo, o número total de 80 (oitenta) professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental participará do curso de formação continuada, enquanto sujeitos da pesquisa. Este número de professores será dividido em dois grupos de 40 docentes cada. A escolha por um número total de 80 (oitenta) sujeitos participantes da pesquisa se justifica, tendo em vista a necessidade da coleta de um número significativo de Sequência de Ensino Investigativo (SEI), produzidas por estes docentes em grupos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram juntados, nesta submissão, os seguintes documentos:

- 1- PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2035935.pdf;
- 2- cartarespostaterceira.docx;
- 3- tcleversaotres.docx;

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

PROJETO APROVADO.

O projeto já havia passado por todas apreciações possíveis, no tocante ao quantitativo de análises estipulado por este CEP, restando uma única pendência, a saber: No TCLE consta que "Além disso, também não haverá nenhuma forma de pagamento ou ressarcimento pela sua participação na pesquisa, visto que, você não terá nenhum gasto com a sua participação no estudo". A Resolução 466, de 2012, item IV, afirma que deve ser explicitada a garantia do ressarcimento e de como serão cobertas as despesas dos participante da pesquisa. É necessária a menção da garantia de que o participante terá seu direito de ressarcimento garantido, ainda que seja previsto que não haverá despesas para ele ao participar da pesquisa. Sugere-se a retirada do texto acima e a inserção do seguinte texto: "Você será ressarcido (especificar por quem- pesquisador ou patrocinador) caso tenha alguma despesa com sua participação na pesquisa."

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL

Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900

UF: AL **Município:** MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.992.045

Solicita-se adequação reiterando que se trata de uma pendência recorrente."

Assim, tem-se que tal pendência fora devidamente sanada pelo pesquisador, o qual apresentou carta resposta, bem como novo TCLE em que se denota nitidamente no item 13 o seguinte teor:

"13. O estudo não acarretará despesas para você. Pois, conforme discutido no item 9, em acordo com a Secretaria Municipal de Educação de São Luiz do Quitunde, a prefeitura custeará todo o curso de formação continuada para os docentes. Você será ressarcido pelo pesquisador deste estudo, Prof. Dr. Elton Casado Fireman, caso tenha alguma despesa com sua participação na pesquisa. "

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo Aprovado

Prezado (a) Pesquisador (a), lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016:

O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, assinado e rubricado pelo (a) pesquisador (a) e pelo (a) participante, a não ser em estudo com autorização de declínio;

V.S^a. deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS**



Continuação do Parecer: 5.992.045

Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2035935.pdf	23/03/2023 21:16:55		Aceito
Outros	cartarespostaterceira.docx	23/03/2023 21:15:01	TAMIRIS DE ALMEIDA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcleversaotres.docx	23/03/2023 21:14:44	TAMIRIS DE ALMEIDA SILVA	Aceito
Outros	declaracaodestinaçãodosdados.pdf	27/10/2022 19:53:17	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoextensao.pdf	24/10/2022 21:30:48	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito
Orçamento	orcamento.docx	24/10/2022 20:39:52	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cartadeanuencia.pdf	24/10/2022 20:37:08	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	24/10/2022 20:32:55	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	24/10/2022 20:31:37	ELTON CASADO FIREMAN	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, nº1444, térreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 5.992.045

MACEIO, 10 de Abril de 2023

Assinado por:
Carlos Arthur Cardoso Almeida
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Longitudinal UFAL 1, n°1444,terreo do prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC) entre o SINTUFAL
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** cep@ufal.br