

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANA JÚLIA SOARES SANTANA

**O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA: POSSIBILIDADES
DE APROXIMAÇÃO COM A NATUREZA DA BIOLOGIA**

Maceió
2021

ANA JÚLIA SOARES SANTANA

**O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA: POSSIBILIDADES
DE APROXIMAÇÃO COM A NATUREZA DA BIOLOGIA**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas.

Orientadora: Maria Danielle Araújo Mota

Maceió
2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Cláudio César Temóteo Galvino – CRB4/1459

- S232e Santana, Ana Júlia Soares.
O ensino por investigação e o ensino de biologia: possibilidades de aproximação com a natureza da biologia / Ana Júlia Soares Santana – 2021.
63 f.: il.
- Orientadora: Maria Danielle Araújo Mota.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas: licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2021.
- Bibliografia: f. 55-63.
1. Ensino por investigação. 2. Ensino de biologia. 3. Natureza da biologia. 4. Ensino médio. I. Título.

CDU: 573:37

Folha de Aprovação

ANA JÚLIA SOARES SANTANA

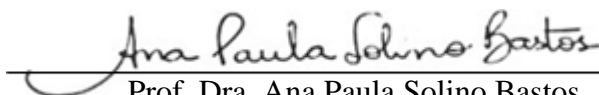
O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O ENSINO DE BIOLOGIA: POSSIBILIDADES DE APROXIMAÇÃO COM A NATUREZA DA BIOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas como requisito básico para a conclusão do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Aprovado em: 07 de dezembro de 2021 com nota 10.

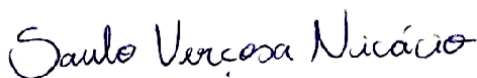


Prof. Dra. Maria Daniele Araújo Mota (orientadora)
Universidade Federal de Alagoas

Banca Examinadora:



Prof. Dra. Ana Paula Solino Bastos
Universidade Federal de Alagoas



Prof. Me. Saulo Verçosa Nicácio
Universidade Federal de Alagoas

Dedico este trabalho a Deus, que colocou pessoas no meu caminho que foram fundamentais na minha jornada. Dedico também a minha família, que é a minha base e sempre me deu apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Maria Danielle Araújo Mota, pela paciência, ajuda, zelo e apoio durante todo o processo na construção do trabalho.

Agradeço aos meus professores por toda partilha e contribuição no meu processo de formação.

Agradeço aos professores Ana Paula Solino Bastos e Saulo Verçosa Nicácio por constituírem a banca e por todas as contribuições.

Agradeço aos meus colegas de curso por tornarem todo o processo mais prazeroso e leve, em especial, Bibiane de Fátima Santos, Lilian Rebeca de Barros Silva, Liliane Silva Alves, Marizabel Ferreira dos Santos, Mychelle Ramos dos Santos e Myrelle Maria Macedo de Oliveira.

Agradeço aos meus pais, Ana Maria Silva Soares Santana e Judas Tadeu Santana pela assistência e apoio que precisei para chegar à graduação.

Agradeço a minha irmã, Juliana Tamires Soares Santana Alves por sempre me apoiar e ajudar nos momentos que precisei.

Agradeço a minha tia, Maria Cícera Silva Soares por me acolher e dar assistência durante a graduação.

Agradeço a todos meus familiares, em especial, meus tios.

Agradeço aos meus avós Maria Das Dores Silva de Albuquerque e José Soares de Albuquerque (In memoriam) por terem sido o meu alicerce.

Agradeço aos programas de Iniciação à Docência, monitoria e Residência Pedagógica por contribuírem para minha formação.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir.”

(Augusto Cury)

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso versa sobre o Ensino por Investigação no Ensino de Biologia numa perspectiva de considerar a Natureza da Biologia na proposição de Sequências de Ensino Investigativo para contemplar um ensino que favoreça o envolvimento dos estudantes na Alfabetização Científica. Nesse sentido, o trabalho busca responder de quais formas o ensino por investigação, presente nas Sequências de Ensino Investigativas publicadas no portal de periódicos da Capes, em três eventos nacionais e em teses e dissertações, atendem as especificidades da Biologia? O objetivo geral é analisar a utilização da abordagem Ensino por Investigação como forma de aproximar a Natureza da Ciência Biologia ao seu ensino e os objetivos específicos: identificar as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) de Biologia presentes na literatura analisada, analisar as concepções da natureza da Biologia nas SEI compreender as implicações das SEI de Biologia para a Alfabetização Científica e refletir sobre possibilidades que possam subsidiar o desenvolvimento do Ensino por Investigação no Ensino de Biologia. O trabalho perpassa por discussões acerca das características do Ensino de Biologia e Alfabetização científica como objetivo de ensino, a Natureza da Ciência e as especificidades da Biologia que a tornaram Ciência autônoma, e a relação entre o Ensino por Investigação na Biologia. Para responder ao problema de pesquisa e atingir os objetivos estabelecidos, a metodologia adotada configurou a pesquisa como sendo qualitativa de natureza básica e de cunho exploratório e descritivo a partir de uma pesquisa bibliográfica do tipo Revisão Sistemática de Literatura, para assim chegar as SEI voltadas para o Ensino Médio da Educação Básica publicadas nas bases de dados postas no problema de pesquisa com o recorte temporal de trabalhos publicados a partir de 2017, configurando assim os últimos cinco anos. Os dados obtidos foram tratados por meio da análise de conteúdo que resultou nas seguintes categorias: características particulares da produção do conhecimento biológico, recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais, atividades experimentais no ensino de Biologia e suas implicações. Além disso, os resultados obtidos da pesquisa carregam elementos da Alfabetização Científica nas propostas de ensino investigativo. Por fim, a partir do trabalho foi possível visualizar de que forma o Ensino por Investigação pode ser conduzido para atender os dois ramos da Biologia: funcional e evolucionista e apontar pesquisas que ofereçam maior exploração na temática.

Palavras-Chaves: Ensino por Investigação; Ensino de Biologia; Natureza da Biologia; Ensino Médio.

ABSTRACT

This Course Conclusion Paper deals with Teaching by Research in Biology Teaching from a perspective of considering the Nature of Biology in the proposition of Investigative Teaching Sequences to contemplate teaching that favors the involvement of students in Scientific Literacy. In this sense, the work seeks to answer in what ways does the teaching by investigation, present in the Investigative Teaching Sequences published on the Capes journal portal, in three national events and in theses and dissertations, meet the specificities of Biology? The general objective is to analyze the use of the Teaching by Investigation approach as a way to bring the Nature of Biology Science closer to its teaching and the specific objectives: identify the Investigative Teaching Sequences (SEI) of Biology present in the analyzed literature, analyze the conceptions of nature of Biology in SEI, understand the implications of Biology SEI for Scientific Literacy and reflect on possibilities that can support the development of Teaching by Investigation in Biology Teaching. The work permeates discussions about the characteristics of Biology Teaching and Scientific Literacy as a teaching objective, the Nature of Science and the specificities of Biology that made it autonomous Science, and the relationship between Teaching by Investigation in Biology. To answer the research problem and achieve the established objectives, the adopted methodology configured the research as being qualitative of a basic nature and exploratory and descriptive, based on a bibliographic research of the Systematic Literature Review type, in order to reach the SEI focused on Secondary Education of Basic Education published in the databases placed in the research problem with the time frame of works published from 2017 onwards, thus configuring the last five years. The data obtained were treated through content analysis that resulted in the following categories: particular characteristics of the production of biological knowledge, resources for Investigative Teaching Sequences with non-experimental problems, experimental activities in Biology teaching and their implications. In addition, the results obtained from the research carry elements of Scientific Literacy in the investigative teaching proposals. Finally, from the work it was possible to visualize how Teaching by Investigation can be conducted to meet the two branches of Biology: functional and evolutionary, and to point out researches that offer greater exploration in the subject.

Keywords: Teaching by Investigation; Biology teaching; Nature of Biology; High school.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Alfabetização Científica

EnI – Ensino por Investigação

GENIBIO - Grupo de Estudo de Ensino por Investigação no Ensino de Biologia

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

NdC – Natureza da Ciência

SEI – Sequência de Ensino Investigativo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descritores/*string* na busca nas bases de dados.

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave.

Quadro 3 – Trabalhos excluídos após critérios de inclusão e exclusão e o motivo da exclusão.

Quadro 4 – Categorias de análise.

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

Quadro 6 – Síntese das características particulares da produção do conhecimento biológico.

Quadro 7 – Síntese dos recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais.

Quadro 8 – Síntese das Atividades experimentais no Ensino de Biologia e suas implicações.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. APROXIMAÇÕES ENTRE O ENSINO DE BIOLOGIA E A NATUREZA DA BIOLOGIA.....	14
2.1. Natureza da Ciência e a Biologia	16
2.2. Da Ciência de referência ao piso da escola: a disciplina Biologia.....	20
2.3. Ensino por Investigação: uma ponte entre a Ciência e a disciplina Biologia	23
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	28
3.1. Procedimentos e técnicas.....	28
3.2. Etapas da Revisão Sistemática de Literatura.....	28
4. TRAMAS ENTRE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO E A NATUREZA DA BIOLOGIA.....	37
4.1 Características particulares da produção do conhecimento biológico.....	45
4.2 Recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não Experimentais	48
4.3 Atividades experimentais no ensino de Biologia e suas implicações.....	50
4.4 A Alfabetização Científica permeando o Ensino por Investigação de Biologia...51	
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
6. REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O tema norteador do trabalho trata da relação entre o Ensino por Investigação (EnI) e o Ensino de Biologia como caminho para a aproximação com a Natureza da Biologia. Dessa forma, implementar o EnI de maneira a contribuir para um Ensino de Biologia que não fique apenas restrito a memorização de conceitos. O interesse por essa temática se deu a partir da participação no Grupo de Estudo de Ensino por Investigação no Ensino de Biologia (GENIBIO), onde ocorreu o primeiro contato e discussões envolvendo o EnI e a Biologia.

Desse modo, parte-se do princípio que para cumprir com as premissas da abordagem, torna-se importante delinear recursos e estratégias para adequar essa abordagem a essa área do conhecimento. Assim, contribuir para um novo significado a essa Ciência que contraponha a ideia de um conjunto de conceitos passíveis de serem decorados sem manter relação com o cotidiano do público-alvo.

Enquanto graduanda do curso de licenciatura em Ciências Biológicas, colocar-se frente a pesquisas que possam vir a contribuir para a prática docente, é fundamental. O Ensino por Investigação ocupa um espaço de tendência para a promoção de um ensino que seja alinhado a Ciência, levando a sua compreensão bem como a sua utilização enquanto sujeito integrante de uma sociedade a qual as questões científicas encontram-se fortemente presentes. Nesse sentido, é crucial que ainda na formação inicial haja um contato relevante com a temática conferindo o devido suporte para a atuação profissional e a práxis.

Além do exposto, o trabalho com a temática é de grande relevância para a comunidade acadêmica, visto que é uma porta para a realização de novas pesquisas que venham a ampliar o conhecimento e aplicação adequada da abordagem. Outra contribuição importante, diz respeito a possíveis descobertas que possam auxiliar os professores da Educação Básica em seu fazer pedagógico.

Pensar em um Ensino de Biologia que seja alinhado à Ciência e o cotidiano dos estudantes é urgente e necessário. Nesse sentido, cabe lançar o olhar para formas de aproximar o ensino dessa disciplina com a Natureza da Ciência (NdC)¹. O Ensino por Investigação² pode funcionar como um caminho promissor para tal por ser constituído de elementos que se alinham a atividade científica, podendo contribuir assim para uma melhor compreensão da Ciência como

¹ A natureza da ciência é compreendida nesse trabalho como os aspectos que compõem a prática científica, que possibilita a compreensão da ciência com um todo.

² Ensino por Investigação é uma abordagem didática.

um todo. Contudo, para que isso seja alcançado, o fato de a Biologia ser uma Ciência única com processos de construção do conhecimento singulares, não pode ser ignorado.

Partindo do pressuposto que o Ensino de Ciências deve ter como objetivo a Alfabetização Científica e tendo em vista que ela se preocupa com compreensão da NdC, não há como dissociar o Ensino de Ciências da forma a qual o conhecimento científico foi construído. Mas como se dá essa aproximação na prática? O que deve ser levado em consideração para desenvolver um ensino por investigação fidedigno as especificidades da Biologia? Nesse sentido, destaca-se a importância de pesquisar de que forma o Ensino de Biologia e a natureza dessa Ciência dialogam.

Diante do exposto, o trabalho procura responder de quais formas o Ensino por Investigação, presente nas Sequências de Ensino Investigativas publicadas no portal de periódicos da Capes, em três eventos nacionais, em teses e dissertações, atendem as especificidades da Biologia?

Nesse sentido, o objetivo geral do trabalho é analisar a utilização da abordagem Ensino por Investigação como forma de aproximar o Ensino de Biologia e a Natureza da Biologia e suas especificidades. Tendo como objetivos específicos: identificar as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) de Biologia presentes na literatura analisada, analisar as concepções da natureza da Biologia nas SEI compreender as implicações das SEI de Biologia para a Alfabetização Científica e refletir sobre possibilidades que possam subsidiar o desenvolvimento do Ensino por Investigação no Ensino de Biologia

Sendo assim, o presente Trabalho de Conclusão de Curso se organiza de maneira a apresentar a fundamentação teórica na seção aproximações entre o Ensino de Biologia e a Natureza da Biologia, a metodologia para a realização da pesquisa, os resultados e discussão presentes na seção tramas entre Sequências de Ensino Investigativo e a Natureza da Biologia, e, por fim, as considerações finais.

2 APROXIMAÇÕES ENTRE O ENSINO DE BIOLOGIA E A NATUREZA DA BIOLOGIA

O contexto científico da sociedade vem sofrendo grandes transformações no âmbito de produção científica e descobertas desencadeando benefícios como também consequências desastrosas sem que haja sequer a devida atenção as mesmas, como por exemplo o desenvolvimento de transgênicos e suas implicações para a biodiversidade. O papel do Ensino de Ciências diante desse cenário é de grande importância e necessidade, exigindo que ele acompanhe as mudanças sociais que dizem respeito a Ciência, oferecendo aos sujeitos que integram o mundo o poder de compreender e agir acerca dos fenômenos que os cercam (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Entretanto, a realidade escolar acaba tomando um caminho diferente, um exemplo clássico do modelo de ensino que ainda se faz presente na escola, é a típica sala de aula com carteiras organizadas em fileira, o professor escrevendo na lousa e/ou quadro branco acompanhado do livro didático e os estudantes com uma postura passiva. Segundo Sasseron (2018) essa é uma dinâmica comum nas salas de aula em que o professor e os estudantes têm papéis pré-estabelecidos de apresentador de conteúdo e receptor, respectivamente.

Sasseron (2015) traz um olhar que vai além do espaço físico da sala de aula, para a autora, esse espaço da escola realmente se apresenta da mesma maneira para as diferentes áreas do conhecimento, mas esse fato tem raízes nas práticas pedagógicas e gestão escolar.

Auler (2003) defende a superação do ensino disciplinar por meio da Alfabetização Científico Tecnológico na perspectiva ampliada que se preocupa com a promoção da criticidade para com o mundo contemporâneo e prioriza as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Partindo desse pressuposto, acreditamos que o Ensino de Biologia deve alicerçar-se na Alfabetização Científica.

Sasseron (2008) estrutura a AC em três eixos. O primeiro eixo se refere a “**compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**”, implicando no poder dos sujeitos entenderem termos presentes no dia a dia (SASSERON, 2008, p. 65, grifo do autor). A importância dessa compreensão se tornou evidente durante a crise sanitária causada pela pandemia da Covid-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2 que desencadeou as *Fake News*³.

O segundo eixo é a “**compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**”, sendo importante para oportunizar o entendimento de

³ Notícias falsas.

Ciência e da dinâmica de transformação do conhecimento científico a partir da prática científica (SASSERON, 2008, p. 65, grifo do autor). Desse modo, integrar esse eixo ao ensino pode contribuir para uma visão mais adequada da Ciência.

O terceiro e último eixo diz respeito ao “*entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*”, considerando a sustentabilidade do planeta por meio da compreensão de como o conhecimento científico construído interage com as outras esferas e possíveis problemas que podem ser desencadeados. (SASSERON, 2008, p. 65, grifo do autor).

Nesse sentido, o ensino que tem por objetivo a AC, deve buscar ir além da apresentação de conceitos, os produtos científicos, e passar a envolver os estudantes nos processos de produção do conhecimento científico e de como a Ciência está presente no entorno dos sujeitos.

Consonante a esse pressuposto, Sasseron (2015) ressalta que no Ensino de Ciências, tal como a Biologia, se faz necessário possibilitar contato com os produtos e processos, ou seja, modos de enxergar o mundo e a interferência da Ciência na sociedade uma vez que uma interfere na outra.

De acordo com Scarpa e Campos (2018) os três eixos devem perpassar a vida escolar de maneira equivalente oferecendo aos estudantes a aprendizagem de conceitos, bem como o contato com o corpo de ações que permitiram a elaboração desses conceitos e as limitações e influências que podem sofrer de caráter temporal e social.

Para a identificação de que a AC realmente está ocorrendo, Sasseron (2008) estabeleceu indicadores do processo, estes que se referem ao (i) trabalho com os dados a partir da seriação, organização e classificação de informações de maneira a listar, preparar e relacionar os dados para responder a um dado problema; (ii) raciocínio lógico e proporcional levando em conta a estruturação do pensamento; (iii) levantamento e teste de hipóteses; e (iv) a justificativa, a explicação e a previsão.

É importante destacar que o objetivo central da AC não é a formação de cientistas, para isso, se tem a formação acadêmica próxima ao conhecimento de referência, o que se pretende com a AC é:

[...] que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo. Aumentar o nível de entendimento público da Ciência é hoje uma necessidade, não só como um prazer intelectual, mas também como uma necessidade de sobrevivência do homem. É uma necessidade cultural ampliar o universo de conhecimentos científicos, tendo em vista que hoje se convive mais intensamente

com a Ciência, a Tecnologia e seus artefatos. (LORENZETTI; DELIZOICOV, p. 49, 2001).

Desse modo, propor um ensino preocupado com a compreensão do mundo é assumir a AC como um objetivo. Partindo dessa perspectiva, Sasseron (2015) destaca o Ensino por Investigação como possibilidade para o desenvolvimento desse objetivo. Principalmente no que diz respeito ao segundo eixo, pois a prática científica carrega uma complexidade sendo necessário lançar mão de práticas pedagógicas que facilitem sua compreensão (CARDOSO; SCARPA, 2018).

De maneira consonante, Solino (2017) defende práticas pedagógicas que almejem práticas científicas semelhante as do conhecimento de referência de forma a contribuir para o processo de AC e para o pensamento epistemológico dos estudantes. Portanto, se torna importante conhecer a abordagem e buscar integrar a realidade escolar de maneira a trabalhar os três eixos da AC.

Nesse sentido, esse capítulo abordará os aspectos da Natureza da Biologia, da disciplina e da abordagem Ensino por Investigação para o estabelecimento de finalidades para o Ensino de Biologia que dialoguem com a AC.

2.1 Natureza da Ciência e a Biologia

Partindo da concepção de que a Alfabetização Científica (AC) deve promover a compreensão da natureza das Ciências (SASSERON, 2008), vale discutir o que é a Natureza da Ciência (NdC) e porque ela é importante. Na literatura existem algumas linhas teóricas divergentes quanto a NdC. As três principais visões são: visão consensual, que caracteriza a NdC como sendo de caráter epistemológico e não de práticas científicas, essa visão busca um consenso de pontos comum das Ciências que compõem a NdC (LEDERMAN; ABD-EL-HALICK; BELL; SHWART, 2002).

A visão de Ciência Integral, proposta por Allchin (2011) como um contraponto a visão anterior, onde a NdC ganha um amplo espectro de abrangência levando a compreensão da Ciência como um todo. O autor defende todas as dimensões da prática científica que não deve se restringir a uma “lista de explícitos princípios”. (ALLCHIN, 2011, p. 524).

Há ainda a abordagem por semelhança de famílias, visão colocada por Irzik e Nola (2011) contrária a visão consensual e que considera a Natureza das Ciências como as semelhanças de família, estas que possuem sim pontos de convergência, mas também possuem

diferenças. Para os autores, a visão consensual remete a uma NdC fixa e atemporal que não se difere entre as ciências podendo acarretar uma visão distorcida do que é Ciência, como por exemplo a de que não tem história e é imutável quando na realidade a NdC muda e evolui com o tempo.

Dessa forma, o presente trabalho se alinha aos pressupostos de Allchin (2011) e Irzik e Nola (2011) por levar em consideração que a NdC deve envolver todos os aspectos científicos, que são as práticas científicas e epistêmicas (SASSERON, 2018), bem como as especificidades epistemológicas de cada Ciência.

Mendonça (2020, p. 6) destaca que:

Existem diferenças significativas entre os campos disciplinares da ciência, como os tipos de questões que se propõem a investigar, as técnicas e metodologias utilizadas nas investigações, o tipo de evidência a que têm acesso, como utilizam, e com quão extensão a experimentação, a forma como os dados são coletados, a forma como as conclusões são avaliadas e a maneira como são reportadas.

A autora coloca ainda que a distinções até mesmo dentro da própria disciplina. Nesse sentido, cabe olhar para cada área do conhecimento de forma única. Tendo clara a ideia de NdC, se faz necessário compreender por que a sua interação é importante para Educação Científica. Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 125) expressa que o Ensino de Ciências deve oferecer “uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico”, evitando assim uma imagem distorcida e simplificada.

Bejano, Aduriz-Bravo e Bonfim (2019) consideram que o sujeito alfabetizado cientificamente tem conhecimento acerca dos conteúdos científicos e sobre a NdC, ou seja, dos processos envolvidos na construção do conhecimento. Alinhando-se a tais pressupostos, Mendonça (2020) explicita que a Educação Científica tem como meta promover nos estudantes o raciocínio científico e criticidade frente a situações problemas experienciadas na escola, para tal, se faz necessário o contato as principais formas as quais os conhecimentos científicos são construídos.

A mesma autora pondera que, ao incluir a NdC no contexto escolar, deve ser levado em consideração que o que se pretende ao ensinar Ciências não é a mesma finalidade da própria Ciência, uma vez que o objetivo do ensino mantém o foco em compreender o conhecimento já construído, já a Ciência se preocupa com a produção do conhecimento. Ainda, é importante ressaltar que:

[...] a ciência não deve ser encarada na educação em ciências como um modo de conhecimento superior aos demais, mas como uma forma de saber, cujos tipos de questões, métodos, processos, justificativas e raciocínios variam entre os seus diferentes campos disciplinares. (MENDONÇA, 2020, p. 10).

Essa concepção retoma a ideia de que cada Ciência é única por possuírem objetos de estudos diferentes, por exemplo, a Biologia foi considerada única porque houve falhas em explicar a vida como uma máquina pelo olhar fisicalistas não englobando a complexidade do mundo vivo (MAYR, 2005), nesse sentido, é considerada única porque utiliza formas próprias para explicar fenômenos. Segundo Azevedo e Motokane (2013) os objetos de estudo conferem as diferenças entre as Ciências e no ensino destas deve ser contemplado os aspectos gerais de produção científica e as especificidades.

Nessa perspectiva, cabe lançar o olhar para especificidades da Biologia para maior compreensão da natureza dessa Ciência. Mas afinal, o que é vida? De acordo com Mayr (2008), ao longo da história o movimento fisicalista tentou responder essa pergunta por meio de conceitos e leis da física, os mesmos que regiam o mundo inanimado, após alguns movimentos como o vitalista que tentaram rebater as explicações falhas da física, surge a Biologia para findar as preposições rasas da física para com a vida, atualmente, entende-se que os organismos vivos se distinguem da matéria inanimada e são compreendidos como:

[...] sistemas ordenados hierarquicamente, com muitas propriedades emergentes que jamais são encontradas na matéria inanimada; e, o mais importante, suas atividades são governadas por programas genéticos que contém informação adquirida ao longo da história, de novo algo ausente na matéria inanimada. (MAYR, 2008, p. 43).

Mayr (2008) aponta as seguintes especificidades da Biologia: (i) os seres vivos são programas que evoluem, destacando-os como organismos que possuem características e acúmulo de informações genéticas que são produtos de 3,8 bilhões de anos de evolução; (ii) propriedades químicas distintas das que compõem o mundo inanimado por se tratarem de macromoléculas com características bioquímicas próprias; (iii) possui mecanismos regulatórios para manutenção do equilíbrio; (iv) organização, seres vivos são ordenados e complexos; (v) sistemas teleonômicos, os organismos passam pela seleção natural; (vi) limitação de magnitude, organismos ocupam extensão limitada; (vii) ciclo de vida, seres vivos, em especial os de reprodução sexuada, possui ciclo de vida que a depender da espécie varia a complexidade; (viii) organismos se estabelecem em sistemas abertos.

Em linhas gerais, a Biologia preocupa-se em estudar a vida que tem como principais características: evoluir, replicar, crescer, diferenciar, ter metabolismo, manter equilíbrio,

responder a estímulos ambientais e capacidade de mudanças genéticas a nível genotípico e fenotípico. Tais características estabeleceram a Biologia como Ciência conferindo-lhe autonomia. (MAYR, 2008).

Ter os seres vivos como objeto de estudo significa estudar sistemas com nível elevado de complexidade por serem sistemas abertos e que evoluem. Além disso, para ensinar Biologia é preciso tratar com clareza da especificidade histórica para evitar uma visão distorcida que comungue com as ideias primordiais de que a Biologia é menos científica por não ser pautada nos moldes de outras Ciências. (AZEVEDO; MOTOKANE, 2013).

Outra característica particular da Biologia apontada por Mayr (2008) é o uso de narrativas históricas para explicar fenômenos, que por vezes foi desvalorizada por se distanciar das leis empregadas na Física. O fato é que a causalidade na Biologia mantém relação com dois caminhos diferentes: funcional e evolucionista, que utilizam de metodologias distintas para a produção do conhecimento biológico. Esse fato fortalece e reafirma a ideia de que “mesmo dentro da própria disciplina os modos de investigação e objetivos podem ser bem distintos.” (MENDONÇA, 2020, p. 6).

A Biologia também é marcada pelo pluralismo, onde por vezes há mais de uma resposta para a mesma pergunta (MAYR, 2008). Quanto as perguntas que a Biologia busca responder, o mesmo autor classifica em três tipos: “o que?” a qual busca descrever determinado objeto de estudo que vai desde a taxonomia até a biologia celular e molecular; “como?” relacionada com a biologia funcional que busca compreender aspectos fisiológicos e sofre influência da Física; “por que?” são inerentes a aspectos históricos e evolutivos responsáveis por determinado fenômeno.

Alinhados a esses pressupostos, Azevedo e Motokane (2013) trouxeram um exemplo de diferentes vertentes para estabelecer uma explicação de porque as aves voam, a primeira se relaciona com as estruturas que possibilitam que o voo ocorra, e a segunda às narrativas históricas para compreender a novidade evolutiva em comparação a um ancestral. Esse exemplo demonstra exatamente a diferença entre os dois ramos da Biologia colocados por Mayr (2008), que embora sejam complementares possuem metodologias diferentes.

A partir da caracterização da Biologia é possível observar que apenas as bases moleculares não dão conta da sua complexidade. Oliveira e Caldeira (2015) expressam que as raízes na Química e na Física podem ter contribuído para a molecularização da Biologia,

conferindo um caráter reducionista a essa Ciência. Contudo, a Genética e a Biologia Molecular por si só não são capazes de todos os fenômenos biológicos.

Ademais,

[...] o método da observação e comparação de estruturas (sejam morfológicas, anatômicas ou moleculares) e comportamentos é fundamental para que inferências evolutivas possam ser feitas. A experimentação direta é difícil, não somente pelo imenso tempo necessário, mas também pela grande quantidade de variáveis que devem ser consideradas. (AZEVEDO; MOTOKANE, 2013, p. 237).

Partindo desses pressupostos, é necessário atribuir a essa Ciência a ideia integral de relação que os seres vivos mantêm o ambiente considerando o fator tempo. Desse modo, para compreender a Biologia como uma Ciência deve-se transcender as ideias impostas pelas Ciências cartesianas e compreender as características únicas do mundo vivo como objeto de estudo.

Tendo em vista as características da Biologia, Mota (2019, p.90) defende que a utilização de ambientes que facilitem a compreensão do conhecimento científico historicamente construído, onde os estudantes “são levados a levantar hipóteses sobre questões que os cercam, como os fenômenos naturais, e a procurar respostas por meio da observação, pesquisa e investigação”. Contudo, a autora pondera que não necessariamente as práticas devem ser desenvolvidas em laboratórios, pois existem alternativas para observação de fenômenos e elementos da natureza.

As ideias aqui explicitadas confluem para um mesmo ponto: a Biologia é uma Ciência com características próprias, para esse trabalho foram consideradas as seguintes: (i) seres vivos como sistemas complexos submetidos a muitas variáveis; (ii) ramo descritivo dos seres vivos e ramo histórico que interagem para a compreensão do todo; (iii) metodologia de descrição, observação e comparação para a construção do conhecimento biológico; e (iv) a variação como regra no mundo vivo.

Essas características precisam fazer parte do Ensino de Biologia para uma visão adequada do fazer científico dessa área promovendo aos sujeitos a oportunidade de compreender as formas de enxergar o mundo sob a perspectiva biológica.

2.2 Da Ciência de referência ao piso da escola: a disciplina Biologia

Para compreender o estabelecimento da Biologia como disciplina é preciso revisitar acontecimentos que culminaram nesse evento. Selles e Ferreira (2005) colocam que com a

unificação das Ciências Biológicas não havia coerência em manter a fragmentação no ensino delas, com isso, se estabeleceu a disciplina única tal como a Ciência discutida na seção anterior.

A história do Ensino de Biologia também foi marcada por críticas com relação a organização dos conteúdos e as características de ser um ensino descritivo e pautado na memorização. Com o crescente aparecimento da Biologia no cotidiano a partir do século XX, tornou-se necessário olhar para o Ensino de Biologia de maneira contemplativa a Ciência de referência e a sua contextualização social. (SELLES; FERREIRA, 2005).

Nesse sentido, embora a epistemologia da Ciência tenha tido influência no estabelecimento da disciplina, o seu currículo pode divergir se distanciando do conhecimento de referência e se preocupando com finalidades de cunho social. Para falar sobre a disciplina Biologia é preciso ter clareza qual é a finalidade de ensino. (SELLES; FERREIRA, 2005).

Desse modo, Marandino, Selles e Ferreira (2009) pontuam que o Ensino de Ciências e Biologia carrega a complexidade ligada a organização do currículo, devido ao equilíbrio para não o manter voltado para a valorização de conteúdos e métodos que privilegiem apenas o conhecimento de referência de forma descontextualizada do cotidiano, da mesma maneira, não deve ocorrer um grande afastamento da Ciência. Sendo assim, as ações pedagógicas devem ser construídas de maneira a valorizar a finalidade de aproximação das Ciências Biológicas, bem como a finalidade de manter o caráter pedagógico e contextualizado do ensino.

Levando em consideração os aspectos do conhecimento de referência e do conhecimento pedagógico ligados a disciplina, a prática pedagógica do professor é fator decisivo nas finalidades de ensino.

Quanto a isso, Mota (2013) defende que é uma necessidade que os professores de Biologia sejam inseridos em um processo formativo que os possibilitem a reflexão de formação integral do estudante a partir de um fazer docente autônomo. A autora sugere ainda que o professor não seja mais “[...] um livro-dependente, mas um ator e autor de sua prática pedagógica, com competência para gerenciar e planejar suas ações de forma individual e coletiva” (MOTA, p. 77, 2013).

Para Mota (2019) a dependência do livro didático pode ter reflexos negativos e fortalecer as práticas de memorização e reprodução, mas a autora pondera que os resultados podem ser diferentes, caso o professor o utilize de maneira reflexiva.

No caso das aulas de Biologia sem o devido processo de reflexão, a disciplina acaba se restringindo ao objetivo de memorizar conceitos científicos imutáveis, descontextualizados e

que não contribuem para uma independência intelectual que permita mudanças individuais e coletivas dos participantes da sociedade (KRASILCHIK, 2009).

Krasilchik (2009) classifica a memorização de termos como alfabetização nominal, quando o estudante passa a descrever conceitos, alfabetização funcional, quando consegue reconhecer a importância do conceito e defini-lo, alfabetização estrutural, e alfabetização multidimensional se conseguem despertar interesse e tecer relações fazendo uso do que foi estudado.

Assim, há uma certa limitação do ensino aos conteúdos conceituais. De acordo com Zabala (1998) a centralidade mantida em conteúdos conceituais resulta em limites avaliativos adequados apenas a esses conteúdos, como é o caso do instrumento provas, lápis e papel que se preocupa com a similaridade das respostas ao livro didático e fala do professor. Mesmo os conteúdos conceituais devem ser avaliados a partir da observação do uso desses conceitos em situações de ensino como a resolução de problemas.

Para além dos conceitos, os processos de ensino e de aprendizagem devem valorizar os conteúdos procedimentais, que se preocupam como o entendimento de processos, ou seja, o saber fazer e a avaliação deve priorizar a observação da forma que esses conteúdos são utilizados. Como também os conteúdos atitudinais, que só podem ser avaliados por meio do comportamento e opiniões expressos frente a situações em momentos coletivos, pois o que está em pauta não é o que se sabe sobre algo, mas sim como se posiciona. (ZABALA, 1998).

Nessa mesma perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) orientavam que o Ensino de Biologia não deve ser pautado em uma lista de tópicos, mas sim em objetivos como “[...] a construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda aqueles, que permitem a formação de conceitos, a avaliação, a tomada de posição cidadã.” (BRASIL, p.16, 2000).

O documento que orientava o currículo expressou ainda que o ensino dessa Ciência deve contemplar o entendimento da complexidade da vida, dos elementos que interagem resultando nela, das teorias como modelos explicativos e seus contextos de produção, e, sobretudo, a superação da visão distorcida e fragmentada presente em determinados livros didáticos de vida como uma máquina com peças a serem memorizadas.

Para superar o ensino memorístico e favorecer a aprendizagem ativa, os PCNs sugeriu a problematização de conteúdos tendo em vista que “o objetivo educacional geral de se

desenvolver a curiosidade e o gosto de aprender, praticando efetivamente o questionamento e a investigação, pode ser promovido num programa de aprendizado escolar”.(BRASIL, p.16, 2000).

Desde 2020 os currículos Educação brasileira passaram a seguir o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em sua última versão do ano de 2018, desse modo, houve uma mudança do caráter orientador para o normativo.

A BNCC, documento normativo que norteia a Educação Básica brasileira, também demonstra certa preocupação com o Ensino de Ciências da Natureza dialogar com as práticas investigativas inerentes a essa área de conhecimento. O documento estabelece para a etapa do Ensino Médio que

As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área podem ser desencadeadoras de atividades envolvendo procedimentos de investigação. Propõe-se que os estudantes do Ensino Médio ampliem tais procedimentos, introduzidos no Ensino Fundamental, explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema. (BRASIL, 2018, p. 551).

Nesse sentido, tem-se um cenário em que as finalidades previstas pela BNCC podem ser alcançadas a partir de atividades investigativas, sendo assim, há a necessidade de adequar as práticas pedagógicas para esse fim. Para Krasilchik (2009) o Ensino de Biologia deve oferecer ao estudante a motivação para aprender e desenvolver habilidades de observação, de formulação de perguntas, coletar informações, fazer análises e estabelecer explicações, ou seja, ser envolvido em processos de investigação do mundo natural.

2.3 Ensino por Investigação: uma ponte entre a Ciência e a disciplina Biologia

O conhecimento científico é produzido a partir de problematização e investigação, sendo assim, nada mais coerente do que alinhar o ensino a essa perspectiva. Desse modo, deve haver uma preocupação em fomentar a problematização do cotidiano do estudante de maneira que ele desenvolva formas para responder a questões, inserindo-o em um processo de investigação. (CAPECCHI, 2013).

Seguindo esse olhar, Scarpa e Campos (2018) defendem que a exploração de temáticas biológicas do cotidiano dos estudantes contribui para um maior engajamento em atividades propostas, principalmente os temas pertinentes na mídia.

Compartilhando dessas mesmas ideias, Moreira (2013) coloca que investigar e problematizar é uma boa alternativa para o Ensino de Biologia com potencial para abordar problemas próximos a realidade em que os estudantes estão inseridos, em especial, a ampla divulgação de assuntos ligados a Biologia. A autora expressa que esse ensino “[...] deve favorecer uma postura ativa dos estudantes no processo de investigação e agindo na resolução de problemas, contribuindo para uma visão integrada sobre a natureza da Ciência.” (MOREIRA, 2013, p. 23)

Para isso, cabe considerar abordagens que valorizem problematizar em sala de aula ou em outros espaços durante a escolarização. A fim de alcançar essa premissa, o Ensino por Investigação (EnI) pode ser um importante aliado por colocar o estudante em uma condição de construir conhecimento junto aos pares, objeto de estudo e com a mediação do professor (SOLINO, 2017).

O EnI pode ser definido como uma abordagem capaz de aproximar o sujeito da cultura científica (CARVALHO, 2011; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015). A cultura científica pode ser compreendida “[...] como o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural.” (SASSERON, 2015, p. 6).

Nesse sentido, o EnI ganha papel de destaque, pois possui elementos que se aproximam do fazer científico. Pedaste *et al.* (2015) propôs, a partir de uma revisão sistemática onde procurou pontos convergentes da abordagem, elementos chaves para o desenvolvimento do EnI, que são: (i) orientação, referente ao estímulo da curiosidade e declaração de um problema; (ii) conceituação, fase da formulação de questões e hipóteses; (iii) investigação, refere-se a planejar exploração/experimentação, coleta e análise de dados; (iv) conclusão, etapa de tirar conclusões dos dados e fazer comparações com as hipóteses; (v) discussão, comunicação e reflexão que deve se fazer presente durante todo o processo. O autor denomina essas fases como ciclo investigativo.

Outra forma de materialização do EnI é por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Uma SEI “[...] é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos” e faz uso de “[...] diferentes atividades investigativas (por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos)”, para o bom desenvolvimento da SEI é necessário a formulação de um

bom problema que seja capaz de oferecer condições para desencadear a investigação. (CARVALHO, 2018, p. 767).

Carvalho (2013) estrutura a SEI nas seguintes atividades: (i) problema desencadeador da investigação comumente proposto no início, pode ser do tipo experimental, demonstrativo ou não experimental, nessa etapa é fundamental que o professor acompanhe a compreensão dos estudantes; (ii) resolução do problema por meio do levantamento e teste das hipóteses; (iii) sistematização do conhecimento construído pelos pequenos grupos, passagem da ação manipulativa para a intelectual por meio de perguntas do tipo “como?” e “por que?” é recomendado um momento coletivo para isso; (iv) momento individual de registro do que foi abordado na aula; por fim, (v) leitura de texto de sistematização do conhecimento para repassar processo e produto da construção.

Outra etapa importante, só que dessa vez inerente ao professor, é a avaliação e o estabelecimento dos instrumentos avaliativos que contemple os objetivos de ensino. De acordo com Carvalho (2013) a avaliação no EnI deve partir da observação e registros, avaliar conteúdos conceituais fazendo uso de diferentes instrumentos, ou mesmo questionário e avaliar conteúdos processuais e atitudinais observando participação dos estudantes nas etapas.

Diante do exposto, torna-se evidente a presença de práticas científicas e epistêmicas na abordagem EnI, “[...] as práticas científicas representam ações direcionadas à resolução de problemas, enquanto as práticas epistêmicas associam-se a aspectos metacognitivos da construção de entendimento e de ideias sobre fenômenos e situações em investigação.” (SASSERON, 2018, p. 1067). Dessa forma, é possível afirmar que é impossível dissociar o EnI da NdC.

A abordagem supracitada vem sendo muito consolidada no Ensino de Ciências, na Biologia, ainda se encontra pouco explorada. Tal fato se relaciona com a maneira que a abordagem foi construída, pois teve início numa perspectiva voltada para a Física, sendo Carvalho (1999), uma das pioneiras a utilizar o EnI com a publicação “Termodinâmica: Um Ensino Por Investigação”, que segundo a autora surgiu de uma pesquisa que objetivava melhorar a aprendizagem por meio da mudança do ensino.

Essa perspectiva da abordagem acaba não sendo contemplativa às especificidades da Biologia (MAYR, 2008), as particularidades que se relacionam com o seu objeto de estudo complexo e forma de construção singular, em especial, na Biologia evolucionista que se utiliza da história, acabam limitando o uso do EnI, por exemplo o fato de alguns conteúdos não serem

passíveis de experimentação (SACARPA; SILVA, 2013; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Contudo, vale ressaltar que o EnI possui flexibilidade e pode abranger, bem como atender as especificidades da Biologia. Por exemplo, não há como propor uma atividade investigativa experimental para responder o porquê do surgimento de uma característica de um ser vivo na perspectiva da evolução, para isso, pode-se utilizar uma narrativa histórica.

Quanto a isso, Sasseron (2015, p. 58) expressa que “o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos”, isso se deve ao seu caráter de abordagem didática.

Trivelato e Tonidandel (2015) propuseram eixos estruturantes para SEI de Biologia, que são: proposição de um problema; trabalho com dados; dados iniciais; hipóteses; construção de afirmações; metodologias de investigação. Vale ressaltar que as etapas devem estar alinhadas a NdC da Biologia, pois para as autoras a Educação Científica “[...] deve permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos.” (TRIVELATO; TONIDANDEL, p. 99, 2015).

Para tal, exige “[...] o conhecimento sobre suas formas de produzir afirmações, de testar suas hipóteses e de usar evidências e justificativas; requer as relações entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade.” (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99). Partindo dessas concepções, o EnI assume particular relevância por ser construído de elementos capazes de possibilitar o contato do estudante com conceitos e com as formas de produzir Ciência.

Scarpa e Silva (2013) trazem à tona a discussão acerca da Biologia da sala de aula possibilitar a visão adequada que os sistemas biológicos estão sujeitos a muitas variáveis que ultrapassam o tempo e espaço escolar, sendo assim, propor uma experimentação que não considere essas questões podem culminar em uma compreensão distorcida do que é a Biologia. As autoras trazem como exemplo que o estudo de uma comunidade biológica exige que as populações sejam estudadas de forma conjunta.

Outro ponto de atenção destacado por Scarpa e Silva (2013) diz respeito aos estudantes desenvolverem habilidades necessárias da prática científica para a construção do conhecimento biológico. Desse modo, é esperado que esses sujeitos considerem os fatores envolvidos na

evolução e a importância do acaso na Biologia. Ao mesmo tempo que as autoras defendem esse ponto também ponderam que

ao priorizar o ensino por investigação, é difícil estabelecer atividades de experimentações práticas em que se evidencie o papel do acaso, pois o número de amostragens deve ser grande, o que é muito difícil de garantir na escala temporal e espacial com a qual normalmente se trabalha nas salas de aula. (SCARPA, SILVA, 2013, p. 138).

A partir desses pressupostos é possível inferir que propor o EnI no Ensino de Biologia implica em dar atenção para as limitações de espaço, tempo e conhecimento da prática científica dessa área. Só assim pode-se desenvolver atividades que contribuam para uma compreensão adequada dessa Ciência.

Também vale considerar uma integralização da Biologia com outras áreas do conhecimento numa perspectiva interdisciplinar que favoreça “[...] a construção do conhecimento, do raciocínio e do pensamento crítico, os estudantes podem reconhecer as consequências das ações humanas em seu entorno e no planeta e se tornam mais aptos a tomar decisões”. (SCARPA, SILVA, 2013, p. 141).

Alinhados a essa perspectiva, Santana, Conceição e Mota (2020) destacam a necessidade de ir além de um ensino transmissivo de informações e utilizar o EnI como um caminho para desenvolver habilidades que permitam os estudantes uma atuação social mais efetiva.

Diante do exposto, é necessário não só romper com o ensino memorístico e investir em abordagens como o EnI que valoriza a visão integral da Ciência, mas também tomar consciência de que para implementar o EnI no Ensino de Biologia é fundamental conhecer os aspectos da produção científica dessa área e mobiliza saberes para lidar com as limitações impostas por ela.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta pesquisa optou-se por uma abordagem qualitativa, que dentre os apontamentos de Bogdan e Biklen (1994), é caracterizada por ser uma pesquisa que busca compreender o fenômeno tendo como fonte de dados o local onde o próprio ocorre e lida com dados descritivos.

Ademais, a pesquisa se configura como de natureza básica com as finalidades exploratória e descritiva. De acordo com Gil (2008) a pesquisa do tipo exploratória aproxima o pesquisador do objeto de estudo, para tal, as pesquisas bibliográficas e documentais assumem particular relevância. O mesmo autor compreende que a pesquisa descritiva busca descrever as características de determinado fenômeno tal como de apresentar sem interferência do pesquisador, ambas as pesquisas se complementam possibilitando uma nova compreensão do que é estudado.

3.1 Procedimentos e técnicas

O trabalho se desenvolveu utilizando a pesquisa bibliográfica como método procedimental. De acordo com Gil (2008) as pesquisas bibliográficas são em sua maioria exploratórias que partem do estudo de materiais publicados. Para o presente trabalho, a pesquisa bibliográfica adotada foi do tipo Revisão Sistemática de Literatura (RLS) segundo Costa e Zoltowski (2014), obedecendo as seguintes etapas propostas por esses autores: delimitação da questão a ser pesquisada, escolha das fontes de dados, eleição das palavras-chave para a busca, busca e armazenamento dos resultados, seleção de artigos (critérios de inclusão e exclusão), extração dos dados dos artigos selecionados, avaliação dos artigos, síntese e interpretação dos dados.

3.2 Etapas da Revisão Sistemática de Literatura

A RLS foi aplicada no segundo semestre de 2021 a partir da busca de sequências de ensino investigativas (SEI) de Biologia em trabalhos publicados no Portal de Periódicos CAPES/MEC, com o recorte temporal dos últimos cinco anos contados a partir de 2017, nos eventos Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) dos anos 2017, 2019 e 2021, Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) dos anos 2018 e 2020, Encontro de Ensino por Investigação (ENEI) do ano 2020, Biblioteca Digital Brasileira de

Teses e Dissertações (BDTD), teses e dissertações na base de dados CAPES de 2017 a 2021. Nesse sentido, houve um recorte temporal do ano de 2017 até o mês de setembro de 2021.

O critério de escolha dos anais dos eventos supracitados como base de dados se deu por se tratar de eventos nacionais que possuem amplo espectro de participantes. Os descritores utilizados foram: ensino por investigação, sequência de ensino investigativa, sequência didática investigativa e Biologia.

Cada base de dados necessitou de buscas específicas, o Portal de Periódicos CAPES/MEC e a BDTD possibilitou uma busca avançada com aplicação do filtro temporal de trabalhos a partir do ano 2017 e utilização das strings dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Descritores/*string* na busca nas bases de dados

Base de dados	<i>string</i> /descritores utilizados
Portal de Periódicos CAPES/MEC	(ensino por investigação) OR (sequência de ensino investigativo) OR (sequência didática investigativa)
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	ensino por investigação + biologia OU sequência de ensino investigativo + biologia OU sequência didática investigativa + biologia
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) dos anos 2017 e 2019, Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) dos anos 2018 e 2020.	ensino por investigação, sequência de ensino investigativo, sequência didática investigativa
Encontro de Ensino por Investigação (ENEI) do ano 2020	Associação com a Biologia

Fonte: dados da pesquisa (2021).

A plataforma do ENPEC não tem a opção de busca avançada, assim, foi realizada a pesquisa de cada descritor de forma individualizada, contabilizado a quantidade de trabalhos publicados manualmente e a abertura de cada arquivo para identificar, também visualmente e manualmente, a associação dos descritores ao Ensino de Biologia em títulos, resumos e palavras-chave.

No ENEBIO os anais são disponibilizados juntos no formato PDF, dessa forma, foi realizada a busca por cada descritor o recurso localizar do Google Chrome (ctrl+g), nesse caso não foi preciso associar ao Ensino de Biologia por se tratar de um evento da área. Para o ENEI, a busca se deu por procurar associação com o Ensino de Biologia, já que se trata de um evento voltado para a abordagem Ensino por Investigação.

Utilizando essa string na busca avançada com o recorte temporal dos últimos cinco anos do Portal de Periódicos CAPES/MEC foram obtidos 39 trabalhos, após procurar associação com o Ensino de Biologia o número reduziu para 4. Na BDTD houve um total de 307 trabalhos que reduziu para 23 após a busca por associação com o Ensino de Biologia.

No ENPEC de 2017 foram obtidos 815 trabalhos com o descritor “ensino por investigação”, 1212 com o descritor “sequência de ensino investigativo” e 97 com o descritor “sequência didática investigativa”. Após busca pelos descritores nos títulos, palavras-chaves e resumos, além de associar ao Ensino de Biologia esse número foi reduzido para 9, 9 e 5, respectivamente.

Da mesma maneira no ENPEC de 2019 foram obtidos 781 trabalhos com o descritor “ensino por investigação”, 1033 com o descritor “sequência de ensino investigativo” e 72 com o descritor “sequência didática investigativa”. Após busca pelos descritores nos títulos, palavras-chaves e resumos, além de associar ao Ensino de Biologia esse número foi reduzido para 1, 1 e 0, respectivamente.

Nesses mesmos termos, a busca do ENEBIO 2018 resultou em 8 trabalhos com o descritor “ensino por investigação”, 0 com o descritor “sequência de ensino investigativo” e 0 com o descritor “sequência didática investigativa”. O ENEBIO 2021 resultou em 9 trabalhos com o descritor “ensino por investigação”, 0 com o descritor “sequência de ensino investigativo” e 3 com o descritor “sequência didática investigativa”. A partir da busca nos anais do ENECI foram obtidos 73 trabalhos em um total de 232. Todos os trabalhos selecionados⁴ estão dispostos no quadro 2.

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave.

Base de dados	Ano	Descritor	Título
Portal de Periódicos CAPES/MEC	2017 - 2021	(ensino por investigação) OR (sequência de ensino investigativo) OR (sequência didática investigativa)	T2 - Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto A Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências T3 - A Importância da Autonomia dos Estudantes para A Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação T4 - Potencialidades do Ensino de Biologia por Investigação

⁴ Para otimizar o espaço, optou-se por apresentar apenas os trabalhos selecionados. Os trabalhos excluídos foram apresentados em outro quadro com os motivos da exclusão.

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave.

(continuação)

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	2017 - 2021	ensino por investigação + biologia OU sequência de ensino investigativo + biologia OU sequência didática investigativa + biologia	<p>T5 - Biotecnologia: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio</p> <p>T6 - Ensino de ecologia no ensino médio através de atividades investigativas</p> <p>T7 - Uma proposta de sequência didática investigativa sobre lixo urbano e os impactos à saúde e ao meio ambiente</p> <p>T9 - Abordagem investigativa e questões sociocientíficas como proposta de alfabetização científica no ensino de Biologia</p> <p>T12 - Ensino de ecologia sob a perspectiva cts e investigativa: um caminho para o letramento científico</p> <p>T13 - Confrontando informações de fake news na aula de biologia - sequência didática com viés investigativo sobre a febre amarela</p> <p>T14 - Projeto investigativo interdisciplinar conexão delta e as potencialidades do ensino por investigação no ensino médio</p> <p>T18 - Práticas construtivistas e investigativas no Ensino de Biologia: elaboração de um caderno de apoio para professor.</p> <p>T19 - Abordagens investigativas no ensino de microbiologia para a promoção da alfabetização científica dos estudantes de nível médio</p> <p>T21 - Posse responsável de animais de companhia como oportunidade para a educação ambiental na escola</p> <p>T22 - Integração de tecnologia na educação básica: um estudo de caso nas aulas de biologia utilizando laboratórios on-line</p> <p>T25 - microrganismos como agentes de despoluição das águas: uma prática investigativa para educação de jovens e adultos</p> <p>T26 - Ensino Investigativo, receptivo ou ambos? Análise do interesse e aprendizado após duas sequências didáticas sobre o sistema digestório</p> <p>T27 - Ensino por investigação científica no ensino médio: A qualidade da água</p>
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2017	Ensino por investigação	<p>T31 - Ensino por Investigação em Museus de Ciência: o caso do Instituto Nacional da Mata Atlântica-INMA</p> <p>T32 - Interdisciplinaridade e Ensino por Investigação de Biologia e Química na Educação Secundária a partir da temática de Fermentação de Caldo de Cana</p> <p>T35 - A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico- Metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade</p> <p>T36 - Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia</p>
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2017	Sequência de ensino investigativo	-

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave.

(continuação)

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2017	Sequência didática investigativa	-
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2019	Ensino por investigação	-
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2019	Sequência de ensino investigativo	-
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	2019	Sequência didática investigativa	-
Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2018	Ensino por investigação	T53 - O uso de estratégias de aprendizagem no ensino por investigação T54- Quais as contribuições do ensino por investigação com estudo de caso para o processo de ensino-aprendizagem?
Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2018	Sequência de ensino investigativo	-
Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2018	Sequência didática investigativa	-
Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2021	Ensino por investigação	T61 - Descobrimo as propriedades da água através de experimentos T64 - Atividade investigativa como fator motivacional e indutor ao protagonismo do estudante: aproximação prática entre a Ciência dos cientistas e a Ciência das escolas T65 - Percepções ambientais e discussão sobre o óleo derramado nas praias do Nordeste T66 - O uso de vacinas e o Ensino de Biologia: relatos sobre o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa T67 - Alimentação inadequada e a ocorrência de doenças crônicas: uma proposta de sequência didática investigativa para o ensino médio T68 - Construção de maquetes dos sistemas reprodutores masculino e feminino T69 - A Origem da Vida: uma proposta de Sequência Didática investigativa com criação de vídeo na mídia social Tiktok

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave.
(continuação)

Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2021	Sequência de ensino investigativo	-
Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO)	2021	Sequência didática investigativa	T70 - A construção do conhecimento significativo, contextualizado e atraente das plantas: proposições para o Ensino e Aprendizagem de Botânica
Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (ENEI)	2020	Associação com a Biologia	<p>T77 - O ensino por investigação em espaços não formais: uma abordagem sobre os impactos ambientais em Capanema-PA.</p> <p>T79 - Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio: uma abordagem em pesquisa-ação</p> <p>T82 - O Ensino de Ciências por Investigação como estratégia para a promoção da alfabetização científica acerca da fermentação alcoólica</p> <p>T84 - O uso do filme “perdido em marte” como atividade investigativa</p> <p>T86 - Alimentação, digestão e nutrição: problematização e contextualização para uma aprendizagem investigativa</p> <p>T87 - Análise da argumentação de estudantes de ensino médio sobre evolução biológica</p> <p>T89 - Atividade lúdica como Prática Pedagógica Investigativa no Ensino de Botânica no Ensino Médio</p> <p>T91 - A história de um rio: Educação ambiental crítica para o aprendizado de Biologia/meio ambiente no nível médio</p> <p>T92 - Relato de experiência da aplicação de uma sequência de ensino sobre o tema vacinas com uma abordagem CTS</p> <p>T98 - Relato de experiência na produção de uma sequência didática durante um curso para a formação de professores</p> <p>T106 - Açúcares de Adição e Educação alimentar na escola: Uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo no Ensino Médio</p> <p>T107 - A proposição da analogia darwiniana entre seleção artificial e seleção natural: uma proposta de abordagem histórico-investigativa</p> <p>T111 - O uso de smartphones associado à metodologia investigativa: verificando possibilidades de uso no ensino médio</p> <p>T113 - Uma fábrica chamada célula</p> <p>T116 - Identificação de plantas em uma área urbana: aprendendo botânica por investigação</p> <p>T118 - O desenvolvimento de uma sequência didática investigativa de biologia sobre biotecnologia e controle biológico emergida através da problematização de um tema gerador</p> <p>T121 - Compreendendo o conceito de alelopatia a partir de uma sequência didática investigativa</p> <p>T127 - Sequência de ensino investigativa interdisciplinar no processo de aprendizagem da fotossíntese</p> <p>T133 - Experiências vivenciadas durante o estágio: uma</p>

Quadro 2 – Trabalhos pré-selecionados na busca por descritores títulos, resumos e palavras-chave. (conclusão)

			<p>reflexão sobre o planejamento didático e o ensino investigativo</p> <p>T135 - Transgênicos: experiência de ensino e aprendizagem de adultos usando viés investigativo e contextualização social</p> <p>T138 - Ciência forense: uma proposta de ensino por investigação realizada no contexto do pibid-biologia da universidade federal do Espírito Santo</p> <p>T142 - Dominância e recessividade no ensino de genética: uma atividade investigativa como ferramenta para a aprendizagem das interações alélicas</p> <p>T143 - Pesquisando a História Ambiental e aprendendo Biologia para a criação de um Teatro Científico: uma proposta com abordagem investigativa</p> <p>T145 - O conhecimento popular acerca do controle de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera; Pseudococcidae): um estudo investigativo</p>
--	--	--	--

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Nessa primeira triagem foram descartados trabalhos que explicitassem no título, resumo e palavras-chaves serem de revisão ou teóricos, voltados para outro público que não o Ensino Médio e que abordassem temáticas não biológicas.

Os trabalhos pré-selecionados foram submetidos aos critérios de inclusão, que foram: trabalhos publicados a partir do ano 2017, deixar claro no título, resumo ou texto que se trata de uma SEI, ser direcionada para Ensino Médio da educação básica, mesmo que não tenha sido aplicada. Foram excluídos trabalhos repetidos, de revisão, de avaliação de SEIs e voltados para outro público que não o Ensino Médio. Os trabalhos excluídos foram dispostos no quadro 3.

Quadro 3 – Trabalhos excluídos após critérios de inclusão e exclusão e o motivo da exclusão

Trabalho	Motivo da exclusão
T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49, T50	Trabalho repetidos do ENPEC 2017
T52	Trabalho repetidos do ENPEC 2019
T71, T72	Trabalho repetidos do ENEBIO 2021
T1, T20, T24, T30, T33	Mesma atividade do T3, que foi escolhido por possuir mais elementos
T8, T60, T73, T74, T75, T78, T80, T85, T93, T94, T97, T99, T101, T102, T103, T104, T105, T108, T114, T119, T124, T131, T136,	Trabalho voltado para o Ensino Fundamental

T137, T139, T144	
T10, T76, T83, T110, T117	Não explicitou qual era o público-alvo da SEI
T11, T17, T62, T120, T122, T126, T132, T140, T141	Público-alvo não foi da Educação Básica
T15, T56, T58, T59, T63, T109, T115, T125	Ausência de SEI
T16, T112, T23	Projeto
T28, T51, T57, T88, T96, T123, T128, T129, T134	Recorte de SEI/SEI incompleta
T29, T55	Mesma atividade do T14, que foi escolhido por possuir mais elementos
T34	Mesma atividade do T4, que foi escolhido por possuir mais elementos
T81	Mesma atividade do T26, que foi escolhido por possuir mais elementos
T90	Mesma atividade do T35, que foi escolhido por possuir mais elementos
T95	Mesma atividade do T25, que foi escolhido por possuir mais elementos
T100	Não aborda conteúdo biológico
T130	Avaliação de SEI

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Os trabalhos selecionados tiveram as SEIs descritas e os dados extraídos. Os dados obtidos foram tratados e analisados a partir da Análise de conteúdo Bardin (1979) seguindo as etapas de pré-análise em que os dados da Revisão Sistemática de Literatura foram organizados; a exploração desses dados com maior aprofundamento das leituras, seleção e fichamento dos estudos e a identificação de possíveis categorias; e a interpretação e inferência. A priori foram estabelecidas 12 categorias iniciais que se reagruparam em 3 categorias finais (Quadro 4).

Quadro 4 – Categorias de análise.

Categorias iniciais	Categorias finais
Comparação e observação (T2, T6, T7, T14, T31, T35, T64, T89, T113, T21) Meio de cultura (T14, T19) Descrever plantas (T70, T133) Formulação de teoria e leis da Biologia (T87, T111) Lâminas de cultivo (T98)	Características particulares da produção do conhecimento biológico

Técnicas de produção de transgênicos(T135) Análise de projeto de transgênico (T142)	
Utilização de textos, vídeo, imagens, reportagens, textos de divulgação científica, textos gráficos, infográficos e tabelas (T2, T4, T7, T9, T12, T13, T25, T26, T32, T67, T77, T84, T86, T116, T118, T127, T138) Textos sobre teorias, textos e vídeos históricos, narrativas (T19, T66, T69, T92, T107, T143) Tecnologia microscópio virtual (T22) Estudo de caso (T54) Contato com pesquisadora (T79) Visita a campo (T14, T27, T65, T91, T116, T145) Elaboração de modelos (T53, T68)	Recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais
Atividades experimentais com seres vivos (T3, T5, T18, T25, T36, T32, T82) Muito tempo (T3, T4, T6, T7, T9, T13, T21, T26, T27, T32, T61, T77, T82, T86, T98, T121) Atividade experimental (T61, T106)	Atividades experimentais no ensino de Biologia e suas implicações

Fonte: dados da pesquisa (2021).

As categorias emergiram a partir da análise dos trabalhos buscando responder ao problema de pesquisa das formas que a especificidades da Biologia são atendidas nas propostas de Ensino por Investigação analisadas. As categorias finais deram origem a três das subseções que serão discutidas na seção a seguir.

4 TRAMAS ENTRE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO E A NATUREZA DA BIOLOGIA

Essa seção apresenta os 55 trabalhos selecionados junto com a descrição das Sequências de Ensino Investigativo (SEI) que se fizeram presentes nos trabalhos analisados (Quadro 5).

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

Trabalho	Descrição
T2 - Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências	O trabalho trata de uma proposta de Ensino por Investigação em um espaço não formal. A SEI apresentada no formato de roteiro é direcionada para a 1ª série do Ensino Médio com duração de duas horas e parte de um problema que apresenta uma situação em que em localidades mais frias devido a mudanças climáticas os répteis estão morrendo e outros animais não. Assim, é proposto o levantamento de hipóteses acerca do que está causando a mortalidade. Os recursos utilizados foram a coleção didática com esses animais tornando possível observar as características em comum, como também uma adaptação do livro didático. Após isso, propõe a exposição dos resultados e a sistematização. (ROLDI; SILVA; TRAZZI, 2018).
T3 - A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação	A SEI desse trabalho foi direcionada também para a 1ª série do Ensino Médio durante catorze aulas. O problema da investigação foi acerca do tamanho da população de <i>Lemna sp.</i> a partir de uma amostragem da dinâmica populacional. Trata-se de uma SEI experimental em que os dados foram registros fotográficos da população ao longo das aulas. Por meio dos dados, é proposto que os estudantes cheguem às conclusões acerca do crescimento transformando-os em evidências científicas. (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).
T4 - Potencialidades do Ensino de Biologia por Investigação	Neste trabalho foi apresentada uma SEI sobre o que são transgênicos para a 2ª série durante cinco aulas. Para responder a pergunta foi proposto como recurso textos e imagens representando o DNA, com informações sobre biologia molecular e organismos transgênicos. Após isso, induzir discussão a partir de questionamentos e sistematizar o conhecimento. (SCARPA; CAMPOS, 2018).
T5 - Biotecnologia: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio	Nesta dissertação foram apresentadas 4 SEIs sobre biotecnologia para a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A primeira com duração de cinco aulas, teve como problema como a tecnologia é aplicada na biologia e como é percebida no cotidiano, foi proposto o registro das hipóteses, assistir ao filme “Planeta dos Macacos” e discussão coletiva a partir de um roteiro sobre o filme. A segunda partiu do problema de como extrair o DNA numa perspectiva de manipular o material genético por meio da biotecnologia, para tal foi proposto a disponibilização de materiais e protocolo experimental para ao final socializar o porquê da utilização de cada material escolhido. A terceira teve como problema a diminuição na procura de vacina no Brasil e foi proposta para quatro aulas, para isso esperasse o levantamento de hipóteses, disponibilização de textos e pesquisa sobre a biotecnologia na produção de vacinas. A quarta com duração de quatro aulas trata do que era síntese proteica e as consequências das mutações no DNA, após as hipóteses foi proposto um

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

	vídeo e um jogo. (BERNARDES, 2019).
T6 - Ensino de ecologia no ensino médio através de atividades investigativas	A SEI apresentada é direcionada para a 1ª série do Ensino Médio durante cinco aulas. A SEI proposta iniciou com uma atividade diagnóstica para relacionar conceitos ecológicos, depois seguiu com observações e problematização do espaço horta provocando discussões. Ainda houve uma atividade de amostras de diferentes solos para que essas diferenças fossem observadas e explicadas. Ao final, foi realizado um seminário sobre as atividades desenvolvidas e cartas de avaliação como sistematização do conhecimento. (PINHEIRO, 2019).
T7 - Uma proposta de sequência didática investigativa sobre lixo urbano e os impactos à saúde e ao meio ambiente	A SEI desse trabalho foi organizada em catorze aulas com o problema da origem e destino do lixo. Ao longo da SEI foram propostas questões de investigação e recursos como vídeos, textos e leis sobre o assunto, bem como momentos de discussão e pesquisas. A sistematização ocorreu a partir de um jogo criado pelos próprios estudantes. (MESQUITA, 2019).
T9 - Abordagem investigativa e questões sociocientíficas como proposta de alfabetização científica no Ensino de Biologia	Foi elaborada uma SEI para a 1ª série do Ensino Médio com duração de dez aulas. A SEI foi desencadeada a partir de uma notícia sobre a qualidade da água de uma determinada cidade, para responder à pergunta foi proposto a disponibilização de textos e portarias sobre a qualidade da água potável, a sistematização ocorreu a partir de uma simulação de audiência pública para resolver a crise hídrica da cidade. (COSTA, 2018).
T12 - Ensino de ecologia sob a perspectiva cts e investigativa: um caminho para o letramento científico	A SEI foi voltada para a 1ª série do Ensino Médio e parte do problema da bioacumulação e biomagnificação na cadeia trófica de um determinado rio. Foram propostos os recursos: poema, dados de reportagens e textos de divulgação científica. Também houve a proposição de uma carta argumentativa. (HORA, 2017).
T13 - Confrontando informações de fake news na aula de biologia - sequência didática com viés investigativo sobre a febre amarela	Foi planejada uma SEI para Educação de Jovens e Adultos com duração de seis aulas. Os principais recursos de investigação foram textos que respondessem ao problema das fake news acerca da febre amarela, bem como boletins, reportagens e imagens. Houve ainda produção textual com as ideias dos estudantes apresentando as fakes news encontradas. (BARBOSA, 2019).
T14 - Projeto investigativo interdisciplinar conexão delta e as potencialidades do ensino por investigação no ensino médio	A SEI trata da qualidade da água e dos seres vivos que nela estão presentes em uma determinada localidade. Para o teste das hipóteses e resolução das questões propostas, houve a proposição das saídas a campo para coleta de amostras que foram submetidas a testes como meios de cultura e comparações com outras amostras. Foi proposto o registro de todas as ações por meio de planilhas, fotografias, vídeos e relatório. As conclusões a partir dos registros, comunicação e produções para sistematização. (PERSICH, 2017).
T18 - Práticas construtivistas e investigativas no Ensino de Biologia: elaboração de um caderno de apoio para professor.	Neste trabalho foram apresentadas cinco atividades experimentais investigativas. A primeira se refere a identificar bactérias das superfícies e problematizar a higienização das mãos. A segunda problematiza a fermentação realizada pelos fungos. A terceira utiliza terrários para problematizar as ocorrências nos ecossistemas. A quarta utiliza a horta para trabalhar nutrição e problematizar parasitoses. A quinta diz respeito

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

	a realização de um experimento de tipagem sanguínea. Todas as atividades estão estruturadas em levantar conhecimentos prévios, explicação teórica, realizar experimentação e avaliar a partir de registros. (CALDEIRA FILHO, 2019).
T19 - Abordagens investigativas no ensino de microbiologia para a promoção da alfabetização científica dos estudantes de nível médio	O trabalho apresenta dez SEIs voltadas para o conteúdo de microbiologia, que foram: o que é biossegurança? o que são micro-organismos cosmopolitas? comprovando a ubiquidade microbiana; cultivo de micro-organismos utilizando vegetais cozidos; o que é um meio de cultura? inoculação, crescimento e grau de sensibilidade microbiana; segurança alimentar e controle do desenvolvimento microbiano; a prevenção de doenças através da higienização das mãos; eles estão entre nós? Existem micro-organismos no meu celular? As sequências seguiram as etapas propostas por Carvalho (2013). (SILVA, 2020).
T21 - Posse responsável de animais de companhia como oportunidade para a educação ambiental na escola	A SEI teve duração de oito aulas iniciadas com a sensibilização acerca do tema, após isso, discussão acerca do abandono de animais, pesquisa de campo para classificar os animais encontrados de acordo com a taxonomia, sistematização, debate, confecção de banner de sensibilização e avaliação. (LUCAS, 2020).
T22 - Integração de tecnologia na educação básica: um estudo de caso nas aulas de biologia utilizando laboratórios on-line	Foram apresentadas três SEIs desenvolvidas para ambientes virtuais de aprendizagem, foram sobre pigmento foliar, histologia vegetal e impulso nervoso. Na plataforma, foram disponibilizados microscópios virtuais/micrografias e outros elementos visuais e textuais para responder aos problemas propostos. (SANTOS, 2018).
T25 - Microrganismos como agentes de despoluição das águas: uma prática investigativa para educação de jovens e adultos	A SEI foi voltada para a Educação de Jovens e Adultos e foi dividida em três etapas: modelo experimental para estudar o papel dos microrganismos na despoluição aquática com o uso da diluição; pesquisa sobre a estação de tratamento do esgoto (ete) por meio de documentos e vídeos; atividade prática sobre a despoluição natural das águas com registros e fotografias das mudanças observadas. (LEAL, 2019).
T26 - Ensino Investigativo, receptivo ou ambos? Análise do interesse e aprendizado após duas sequências didáticas sobre o sistema digestório	Foi apresentada uma SEI de cinco aulas que partiu de um problema sobre digestão a ser resolvido por meio de dados coletados em vídeos e gráficos disponibilizados aos estudantes. (SOUTO, 2020).
T27 - Ensino por investigação científica no ensino médio: A qualidade da água	A SEI foi organizada em catorze aulas para a segunda série do Ensino Médio. Partiu da problematização do esgoto não tratado. Foi proposto coletar amostras de água de diferentes fontes e registrar a saída a campo. Organizar e divulgar dados por meio de Banner. Sistematizar por meio de debate. (ARRUDA, 2019).
T31 - Ensino por Investigação em Museus de Ciência: o caso do Instituto Nacional da Mata Atlântica-INMA	Foi apresentado atividades investigativas para visitantes do espaço não formal retratado no trabalho. Os visitantes foram submetidos a três situações problemas, uma sobre a polinização das angiospermas, outra sobre as necessidades de água e luz das plantas e outra sobre o habitat dos répteis. Após o levantamento das hipóteses foi proposto que a visita monitorada fosse direcionada para os locais que oferecessem condições para responder ao problema e a realização da sistematização. (ROLDI;

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

	SILVA, 2017).
T32 - Interdisciplinaridade e Ensino por Investigação de Biologia e Química na Educação Secundária a partir da temática de Fermentação de Caldo de Cana	A SEI foi planejada para a 2ª série do Ensino Médio durante doze aulas e buscou tecer relações entre a Biologia e a Química por meio da fermentação alcoólica. Uma das finalidades era reconhecer o papel das leveduras, para isso, foi proposto a utilização de slides, artigos e experimentação observando a ação da <i>Saccharomyces sp.</i> no caldo de cana. (SANTOS <i>et al.</i> , 2017).
T35 - A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico-metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade	No trabalho foi relatada uma SEI que teve início com um confronto de imagens para estabelecer o conceito de biodiversidade, logo após foi apresentado um problema em que o número de espécies de uma área foi diminuído em decorrência da implementação de uma usina hidrelétrica. Para responder o problema, foi solicitada uma reconstrução e confronto dos dois cenários do local considerando as variáveis. Também foi solicitado um posicionamento no relatório das atividades desenvolvidas. (CASTRO; MOTOKANE, 2017).
T36 - Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia	Foi elaborada uma SEI para a 1ª série do Ensino Médio e partiu de um problema sobre as condições necessárias para que uma planta sobrevivesse. Para isso, duas equipes ficaram responsáveis por cultivar plantas em duas condições diferentes. Por fim, foi realizado o momento de sistematização, bem como a valorização do erro. (TRAZZI; BRASIL, 2017).
T53 - O uso de estratégias de aprendizagem no ensino por investigação	A SEI foi planejada para a 1ª série do Ensino Médio com duração de oito aulas. Foi proposto a construção de um modelo tridimensional da célula em processo de mitose como resultado de uma investigação desse conteúdo. (SANTOS, FRANZOLIN; SALES, 2018).
T54- Quais as contribuições do ensino por investigação com estudo de caso para o processo de ensino-aprendizagem?	A SEI foi direcionada a 3ª série do Ensino Médio e utilizou de um estudo de caso de plantas com pragas para investigar o uso de agrotóxicos, bem como suas consequências. (MITSUNAGA, 2018).
T61 - Descobrimo as propriedades da água através de experimentos	A SEI foi planejada para quatro aulas tendo como foco as propriedades da água. Para a investigação foram propostos experimentos com procedimentos prontos, ou seja, foi uma atividade muito estruturada. A partir dos experimentos é esperado uma maior compreensão das propriedades. (MILANEZ; GRADELLA; SOUZA, 2021).
T64 - Atividade investigativa como fator motivacional e indutor ao protagonismo do estudante: aproximação prática entre a Ciência dos cientistas e a Ciência das escolas	Foi relatada uma SEI em que os estudantes da 1ª série estabeleceram o problema de investigação a partir da indagação de quais fenômenos da cozinha eles gostariam de compreender a luz do método científico. Em linhas gerais, foram escolhidos os seguintes fenômenos: fermentação, apodrecimento do ovo, o que acontecia com o ovo em diferentes substâncias. Foram levantadas hipóteses, disponibilizados os materiais para o experimento e uma exposição com esses experimentos. (GUIDA; BEIRÃO, 2021).
T65 - Percepções ambientais e discussão sobre o óleo derramado nas praias do Nordeste	A SEI proposta foi direcionada para a 3ª série do Ensino Médio tendo como problema o derramamento de óleo nas praias. Foi realizada uma aula de campo em que os estudantes registraram por meio de fotos, vídeos e áudios. Para sistematizar, houve uma simulação de uma reunião

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

	pública para debater acerca da biodiversidade e o derramamento de óleo. (COSTA; SILVA; RODRIGUES, 2021).
T66 - O uso de vacinas e o Ensino de Biologia: relatos sobre o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa	A SEI teve duração de sete aulas para a 1ª série de Ensino Médio. Partiu da pergunta se a vacina era opcional, para respondê-la durante quatro encontros o tema foi discutido e investigado a partir de textos sobre as investigações científicas sobre vacina e resgates de experimentos históricos importantes para a consolidação das vacinas. Ao final, houve uma discussão a partir de vídeos para que os estudantes chegassem às suas conclusões acerca do problema. (LIMA, 2021).
T67 - Alimentação inadequada e a ocorrência de doenças crônicas: uma proposta de sequência didática investigativa para o ensino médio	A SEI foi planejada para estudantes da 1ª série do Ensino Médio e consiste na apresentação de um problema que desencadeia uma investigação sobre alimentos processados, busca por materiais pelos próprios estudantes, socialização e divulgação por meio de materiais da escolha dos estudantes. (MONTEIRO <i>et al.</i> , 2021).
T68 - Construção de maquetes dos sistemas reprodutores masculino e feminino	Foi proposta uma SEI para a 1ª série do Ensino Médio a partir de questionamentos acerca dos sistemas reprodutores. Foi proposto que os estudantes construíssem maquetes dos sistemas com o auxílio do livro didático, após isso, as maquetes foram socializadas. (COSTA; OLIVEIRA JUNIOR; RODRIGUES, 2021).
T69 - A Origem da Vida: uma proposta de Sequência Didática investigativa com criação de vídeo na mídia social Tiktok	A SEI foi direcionada para a 3ª série do Ensino Médio e foi dividida em quatro etapas: orientação e sugestão de fontes, investigação para estabelecer modelos explicativos da Origem da Vida a partir de pesquisa bibliográfica, socialização dos modelos e divulgação por meio da mídia social Tiktok. (LIMA <i>et al.</i> , 2021).
T70 - A construção do conhecimento significativo, contextualizado e atraente das plantas: proposições para o Ensino e Aprendizagem de Botânica	O trabalho apresenta uma SEI com duração de sete aulas, durante as aulas houve aula de campo para reconhecer a importância das plantas, aula prática para descrever esses seres quanto a morfologia e evolução, discussão sobre polinização, vídeo e experimento sobre evapotranspiração e condução da água e roda de conversa sobre fotossíntese e aquecimento global. (BARBOSA; MAIA, 2021).
T77 - O ensino por investigação em espaços não formais: uma abordagem sobre os impactos ambientais em Capanema-PA	A SEI com duração de nove aulas foi planejada para espaço não formal e desenvolvida com estudantes da 2ª série do Ensino Médio os quais foram submetidos a responder o problema de quais são os impactos ambientais em um determinado rio por meio de um texto e pesquisa. A socialização dos resultados decorreu em sala de aula. (SILVA <i>et al.</i> , 2020).
T79 - Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio: uma abordagem em pesquisa-ação	Foi apresentada uma SEI com a problemática dos movimentos anti-vacinas em que os estudantes deveriam explicar o porquê da adesão ao movimento, houve um momento de entrevistas com familiares acerca do tema, exposição de uma pesquisadora e elaboração de material de divulgação sobre o conhecimento científico acerca das vacinas. (SILVA <i>et al.</i> , 2020).
T82 - O Ensino de Ciências por Investigação como estratégia para a promoção da alfabetização científica acerca da fermentação	A SEI teve duração de quatro aulas para a 1ª série do Ensino Médio. O problema de investigação foi a relação do fermento com o açúcar para desencadear a investigação sobre fermentação, foi realizado um experimento de fermentação alcoólica e os dados foram registrados para

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

alcoólica	que pudessem ser socializados. Ainda, foi solicitado uma pesquisa acerca do preparo de alimentos como pães. (MARTINS; OLIVEIRA, 2020).
T84 - O uso do filme “perdido em marte” como atividade investigativa	Consiste em uma SEI desenvolvida nas 2ª e 3ª séries do Ensino Médio que utiliza cenas do filme para debater cenas improváveis por meio de pesquisas realizadas pelos estudantes. (ALMEIDA, 2020).
T86 -Alimentação, digestão e nutrição: problematização e contextualização para uma aprendizagem investigativa	A SEI foi planejada para a 2ª série do Ensino Médio com duração de seis aulas. A SEI perpassou pela confiabilidade de informações das mídias, vídeos sobre o sistema digestório, integração dos sistemas e discussão. (TORRES; LOPES, 2020).
T87 - Análise da argumentação de estudantes de ensino médio sobre evolução biológica	Em suma, a SEI foi direcionada para a 3ª série do Ensino Médio e buscou fazer com que os estudantes identificassem termos corretos e incorretos, além de elaborar explicações que explicasse uma característica de um determinado animal. (PANTONI, 2020).
T89 - Atividade lúdica como Prática Pedagógica Investigativa no Ensino de Botânica no Ensino Médio	A SEI proposta foi direcionada para a 2ª série do Ensino Médio em que os estudantes tiveram que observar o entorno da escola e registrar as características da vegetação para então elaborar um jogo sobre as características. (SILVA; SANTOS, 2020).
T91 - A história de um rio: Educação ambiental crítica para o aprendizado de biologia/meio ambiente no nível médio	Neste trabalho foi apresentada uma SEI que problematiza a qualidade de um determinado rio e que incita aos estudantes a explicarem o problema por meio de pesquisas, visitas e discussões. (SOARES; DOMINGOS, 2020).
T92 - Relato de experiência da aplicação de uma sequência de ensino sobre o tema vacinas com uma abordagem CTS	A SEI de sete aulas para a 3ª série do Ensino Médio foi iniciada com frases acerca das vacinas disponíveis na internet para os estudantes opinarem contra ou a favor. Foi apresentado um vídeo sobre a revolta da vacina de forma conjunta com o professor de história. Foram disponibilizados e discutidos outros vídeos sobre vacinas. Por fim, houve leitura e discussão voltada para fake news. (PACHECO; BORGES, 2020).
T98 - Relato de experiência na produção de uma sequência didática durante um curso para a formação de professores	Foi planejada uma SEI para a 2ª série do Ensino Médio com duração de três aulas para discutir acerca dos fungos, uma aula prática para cultura e montagem de lâminas, discussão dos resultados e elaboração de relatório. (MARTELLO, 2020).
T106 - Açúcares de Adição e Educação alimentar na escola: Uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo no Ensino Médio	A SEI foi proposta com a finalidade de realizar uma atividade experimental para medir a quantidade de açúcar em bebidas industrializadas e confrontar os resultados com os rótulos. (SANTANA <i>et al.</i> , 2020).
T107 - A proposição da analogia darwiniana entre seleção artificial e seleção natural: uma proposta de abordagem histórico-investigativa	O trabalho apresenta uma SEI que problematiza a Teoria da Evolução de Darwin. Foi proposto que os estudantes elaborassem hipóteses de como ele chegou à teoria se não possuía evidências do surgimento das espécies conhecidas. Foi utilizado narrativa histórica para confrontar a teoria com as hipóteses e, por fim, socialização. (ORTIZ; COSTA; SILVA, 2020).
T111 - O uso de smartphones	A SEI inicia com uma problematização acerca do DNA de gêmeos para

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(continuação)

associado à metodologia investigativa: verificando possibilidades de uso no ensino médio	o levantamento de hipóteses sobre como é essa molécula, em seguida propõe a realização de cruzamentos, realização de <i>quiz</i> e leitura. (JARDIM; MONTEIRO; MARCELINO, 2020).
T113 - Uma fábrica chamada célula	Direcionada para a 1ª série do ensino médio, essa SEI problematiza as semelhanças entre a célula e uma fábrica de ônibus, para resolver, foi proposta uma visita a fábrica para então serem realizadas analogias entre ela e a célula. (PERIM; MANCINI, 2020).
T116 - Identificação de plantas em uma área urbana: aprendendo botânica por investigação	O trabalho traz uma SEI aplicada em uma turma de 2ª série do Ensino Médio que problematiza a arborização, para responder ao problema foi disponibilizado um texto sobre vantagens e desvantagens da arborização. Em seguida, houve um momento de sistematização. (BASTOS; OLIVEIRA, 2020).
T118 - O desenvolvimento de uma sequência didática investigativa de biologia sobre biotecnologia e controle biológico emergida através da problematização de um tema gerador.	A SEI apresentada iniciou com a apresentação de imagens que envolvem a biotecnologia com a indagação do que tinham em comum, bem como relacionando com o cotidiano. Após isso, foi proposto um problema acerca do controle de pragas e de como a biotecnologia poderia atuar nesse controle. Para tal, foi realizada pesquisas. (ARNHOLZ; MUSCARDI, 2020).
T121 - Compreendendo o conceito de alelopatia a partir de uma sequência didática investigativa	Nesse trabalho é apresentada uma SEI para a 3ª série do Ensino Médio que traz como problema a inibição de germinação pelo eucalipto, para o teste das hipóteses foi realizado um experimento com substância extraída do eucalipto e sementes de outras plantas. (PEREIRA; TEIXEIRA, 2020).
T127 - Sequência de ensino investigativa interdisciplinar no processo de aprendizagem da fotossíntese	Foi apresentada uma SEI para a 3ª série do Ensino Médio dividida em fases, na primeira foi proposto um problema voltado para as propriedades físicas da luz, na segunda foi feita a integração dos conhecimentos físicos com os químicos, na terceira a relação com os seres vivos. Foram utilizados textos e materiais e jogos, assim como momentos de sistematização coletiva ao longo da SEI. (NASCIMENTO; CRESPO, 2020).
T133 - Experiências vivenciadas durante o estágio: uma reflexão sobre o planejamento didático e o ensino investigativo	A SEI foi planejada para 1ª série do Ensino Médio com duração de cinco aulas. Foram estabelecidas as seguintes etapas: levantamento de conhecimentos prévios e introdução a investigação, trabalho prático com dados para responder às hipóteses, aula expositiva sobre as características dos tecidos vegetais, aula prática para reconhecimento dos tecidos vegetais e apresentação dos resultados ressaltando a importância das plantas. (LOUREIRO, 2020).
T135 - Transgênicos: experiência de ensino e aprendizagem de adultos usando viés investigativo e contextualização social	O trabalho contém uma SEI planejada para a Educação de Jovens e Adultos composta pela apresentação de um problema sobre transgênicos, pesquisa acerca do problema, exposição das hipóteses, exposição do que são os transgênicos, jogo didático e produção de vídeo propondo a resolução do problema. (OLIVEIRA; BUCCIARELLI-RODRIGUEZ, 2020).
T138 - Ciência forense: uma proposta de ensino por	Nessa SEI foi utilizado um conto de um livro paradidático que oferecia pistas para desvendar um crime como as impressões digitais e tipagem

Quadro 5 – Trabalhos selecionados para análise com descrição da SEI.

(conclusão)

investigação realizada no contexto do pibid-biologia da universidade federal do Espírito Santo	sanguínea, a problemática partiu da resolução deste crime, houveram momentos para os estudantes elaborarem hipóteses, discuti-las e defendê-las de forma coletiva entre os pares. (ALMEIDA <i>et al.</i> , 2020).
T142 - Dominância e recessividade no ensino de genética: uma atividade investigativa como ferramenta para a aprendizagem das interações alélicas	A SEI voltada para a 3ª série do Ensino Médio trouxe como problema o resultado de um projeto de transgênicos o qual os estudantes tiveram que levantar hipóteses e analisar o projeto para responder. Houve também o encadeamento de outras questões acerca dos resultados de cruzamentos que envolvesse transgênicos. (PIMENTA; RIBEIRO; VILAS-BOAS, 2020).
T143 - Pesquisando a História Ambiental e aprendendo Biologia para a criação de um Teatro Científico: uma proposta com abordagem investigativa	O trabalho apresenta uma SEI que problematiza as mudanças nas paisagens e o que as causou. Para responder ao problema, os estudantes recorreram, sob orientação da professora, a textos de naturalistas sobre paisagem, flora e fauna. Os dados do texto foram discutidos e provocaram reflexão e conclusão das causas das alterações. (SONEGHETI; TEXEIRA; AOYAMA, 2020).
T145 – O conhecimento popular acerca do controle de <i>Planococcus citri</i> (Hemiptera; Pseudococcidae): um estudo investigativo	Para investigar os saberes populares para o controle de determinados insetos, estudantes da 1ª série do Ensino Médio foram envolvidos em uma SEI de cinco aulas de Biologia onde realizaram pesquisa de campo com moradores de determinada região com questionários, entrevistas, observação e fotografias. Posteriormente, os dados foram sistematizados. (REIS, 2020).

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Para dar início a discussão sobre as tramas entre o Ensino por Investigação (EnI) e o Ensino de Biologia, foi selecionado um dos trabalhos analisados. O trabalho T36 de Trazzi e Brasil (2017) parte de uma SEI com um problema experimental que apresenta duas situações com condições diferentes em que os estudantes levantaram hipóteses para a sobrevivência de uma planta nessas duas condições distintas.

Após a realização experimental submetendo a planta a essas duas condições foi observado que a situação em que as hipóteses eram favoráveis a sobrevivência a planta não sobreviveu e na situação em que as hipóteses eram desfavoráveis a planta sobreviveu. O resultado foi discutido e a professora retomou as ações com questionamentos, bem como apresentou variáveis que interferiram no resultado. (TRAZZI; BRASIL, 2017).

Esse trabalho é capaz de revelar a complexidade que envolve a Natureza da Biologia e que deve ser considerada nas propostas investigativas. A pergunta de como as plantas sobrevivem pode ser respondida a partir da fisiologia vegetal e das suas bases bioquímicas numa ótica da Biologia funcional, mas a pergunta de por que ela sobrevive em um ambiente e em outro não, têm raízes na adaptação/evolução da Biologia evolucionista, por exemplo.

É importante deixar claro que uma não fica à mercê da outra e devem ser compreendidas como um todo que constituem a integralidade da Biologia, pois são ramos que ao mesmo de distinguem também se complementam (MAYR, 2008).

Além disso, outro ponto que merece destaque é a forma que essas questões são inseridas na sala de aula. Retomando o exemplo trazido no T36, Trazzi e Brasil (2017) pontuam a importância do erro na investigação e relatam que houve um momento para discutir as variáveis que possivelmente culminaram no resultado daquele experimento.

Scarpa e Silva (2013) chamam atenção para que os estudantes desenvolvam habilidades que permitam compreender os sistemas biológicos como passíveis de diversas variáveis, assim como sujeitos ao acaso, e esses são os motivos que limitam a prática experimental. Contudo, vale ressaltar que as ações adotadas no T36 foram adequadas para elucidar os fatores influenciáveis naquela atividade proposta.

Por meio da análise das sequências descritas foi possível estabelecer algumas categorias que se relacionam com a Natureza da Biologia, que foram: características particulares da produção do conhecimento biológico, recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais, e atividades experimentais no Ensino de Biologia e suas implicações. Essas categorias serão mais bem exploradas nos subtópicos subsequentes.

4.1 Características particulares da produção do conhecimento biológico

Nessa subseção, os 19 trabalhos que corresponderam a primeira categoria de análise serão apresentados e discutidos destacando as especificidades da Biologia que foram encontradas. A síntese desses trabalhos e discussões foi disposta no quadro 6.

Quadro 6 – Síntese das características particulares da produção do conhecimento biológico.

Trabalhos	Características particulares	Discussão teórica
T2, T6, T7, T14, T31, T35, T64, T89, T113 e T21	Observação e comparação	Essas práticas têm papel importante nas Ciências Biológicas (MAYR, 2005).
T70 e T133	Descrição	Método importante para o desenvolvimento da área (SCARPA; SILVA, 2013).
T87 e T111	Formulação de teorias	Biologia evolucionista. (MAYR, 2005).
T14, T19 e T98	Meios de cultura	Importante ferramenta para estudos na microbiologia (MADIGAN, 2016).

T135 e T142	Bases moleculares	Molecularização da Biologia (OLIVEIRA; CALDEIRA, 2015).
-------------	-------------------	---

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Os trabalhos T2, T6, T7, T14, T31, T35, T64, T89, T113 e T21 têm em comum a prática de observar ou de comparar o ambiente natural, fenômenos e características de seres vivos, por exemplo, o T2 apresenta uma situação em que os estudantes precisam observar as características em como de um determinado grupo de animais para responder ao problema de investigação baseado em uma situação hipotética.

A comparação e observação são práticas importantes na construção dos conhecimentos da Biologia. De acordo com Mayr (2005) essas práticas têm papel nas Ciências Biológicas, inclusive, segundo o autor, Darwin utilizava dessas técnicas para produção do conhecimento biológico e foi um dos pioneiros responsáveis por consolidar a Biologia como Ciência autônoma.

A descrição de organismos vegetais também foi uma prática presente no T70, que propôs uma visita a campo para descrição morfológica da vegetação do local da visita e no T133 houve a proposição de uma aula prática para identificar as características dos tecidos vegetais.

Scarpa e Silva (2013) expõem que a observação, descrição e estudos comparativos como métodos importantes para o desenvolvimento da área e que embora a Biologia tenha passado por longo processo por não utilizar um método comprobatório em alguns dos seus ramos, deve-se reconhecer o método observativo-comparativo como essencial para sua construção.

No T87 foi presente a formulação de teoria em que foi solicitado aos estudantes a formulação de uma explicação para uma característica de um determinado animal, de maneira semelhante, o T111 apresentou uma situação em que os estudantes realizassem cruzamentos com fins para compreender como Mendel construiu o conhecimento acerca da herança genética.

A formulação de teorias como a da evolução é basilar para a Biologia, Mayr (2008) define os seres vivos como programas que evoluem, destacando-os como organismos que possuem características e acúmulo de informações genéticas que são produtos de 3,8 bilhões de anos de evolução. Nesse sentido, explorar como as teorias biológicas se formam é importante para a compreensão do ramo da Biologia evolucionista que se diferencia do ramo da Biologia funcional com bases nas Ciências cartesianas.

Para avaliar de verdade a natureza da biologia é preciso conhecer a diferença

notável desses dois ramos da biologia. Com efeito, algumas das mais decisivas diferenças entre ciências físicas e biologia são verdadeiras somente para um desses dois ramos, a biologia evolucionista. (MAYR, 2005, p. 40)

Essas características expressam a conquista da autonomia da Biologia em decorrência dos seguintes eventos: “(A) a refutação de certos princípios equivocados, (B) a demonstração de que certos princípios básicos da física não podem ser aplicados à biologia e (C) a percepção do caráter único de certos princípios básicos da biologia, que não são aplicáveis ao mundo inanimado” (MAYR, 2005, p. 36).

Outra particularidade da Biologia, dessa vez voltada para o estudo dos microrganismos, que compõe o complexo mundo vivo, são os meios de cultura que estiveram presentes no T14 e T19, no primeiro foi para identificar microrganismos em amostras de água e o segundo também foi voltado para o cultivo desses seres e conhecimento dessa técnica. Da mesma forma, o T98 apresenta as lâminas de cultivo.

Os meios de cultura são bem consolidados como uma importante ferramenta para estudos na microbiologia tendo papel protagonista em experimentos que geraram conhecimentos considerados a base dessa área como os postulados de Koch (MADIGAN, 2016).

As propostas investigativas presentes no T135 e T142 abordam a produção de transgênicos e as bases moleculares envolvidas no processo. O conhecimento acerca dos transgênicos só existe devido aos avanços no ramo da Biologia funcional que “[...] lida com a fisiologia de todas as atividades dos organismos vivos, sobretudo com todos os processos celulares, incluindo aqueles do genoma.” (MAYR, 2005, p. 39).

Vale colocar em evidência o cuidado para não contribuir ainda mais para a molecularização da Biologia (OLIVEIRA; CALDEIRA, 2015), nessa proposta, por exemplo, poderia ser desencadeado um novo ciclo investigativo de contextualização social com mesmas etapas da SEI como propõe Carvalho (2013) problematizando a relação dos transgênicos com a biodiversidade. Dessa forma, poderia o terceiro eixo da Alfabetização Científica buscando tecer relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e de como uma esfera influencia a outra. (SASSERON, 2008).

Nessa categoria foi possível observar as diferenças entre a Biologia e outras Ciências e as diferenças entre os seus próprios ramos; e de como a Natureza da Biologia pode se apresentar em situações de ensino investigativo que valorize a construção do conhecimento biológico.

4.2 Recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais

Nessa subseção serão apresentados e discutidos os 33 trabalhos da segunda categoria de análise, evidenciando os recursos utilizados em atividades investigativas no Ensino de Biologia. A síntese desses trabalhos e discussões foi disposta no quadro 7.

Quadro 7 – Síntese dos recursos para Sequências de Ensino Investigativo com problemas não experimentais.

Trabalhos	Recursos	Discussão teórica
T2, T4, T7, T9, T12, T13, T25, T26, T32, T53, T54, T68, T67, T77, T84, T86, T116, T118, T127 e T138	Textos, vídeo, imagens, reportagens, textos de divulgação científica, gráficos, infográficos e tabelas.	Recursos para problemas não experimentais (CARVALHO, 2013).
T19, T66, T69, T92, T107 e T143	Textos sobre teorias, textos e vídeos históricos e narrativas históricas.	Biologia evolucionista. (MAYR, 2005)
T22	Ambientes virtuais de aprendizagem.	Uso das tecnologias (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020).
T14, T27, T65, T91, T116 e T145	Visitas a campo.	Observação do mundo natural (SANTANA; CONCEIÇÃO; MOTA, 2020).

Fonte: dados da pesquisa (2021).

O EnI é uma abordagem didática, isso o confere uma característica de ser adequado a todos os conteúdos e recursos, o único requisito para que seja considerado um ensino investigativo é que haja uma investigação mediada pelo professor (SASSERON, 2015). Essa investigação pode se dar a partir de problemas experimentais, demonstrativos e não experimentais (CARVALHO, 2013).

As sequências do T2, T4, T7, T9, T12, T13, T25, T26, T32, T67, T77, T84, T86, T116, T118, T127 e T138 utilizaram de diferentes recursos para oferecer condições para responder ao problema, que foram: textos, vídeos, imagens, reportagens, textos de divulgação científica, gráficos, infográficos e tabelas. O estudo de caso foi utilizado no T54 para investigar o uso de agrotóxico em uma planta acometida por uma praga. Muitos conhecimentos biológicos tais como células e estruturas internas possuem um certo grau de abstração, para superar esse problema os trabalhos T53 e T68 propuseram a elaboração de modelos explicativos para o processo de mitose e órgãos do sistema reprodutor, respectivamente.

Esses trabalhos demonstram os problemas não experimentais, que podem ser resolvidos por meio de recursos como jornais, figuras, reportagens, outros recursos já mencionados anteriormente ou as próprias ideias dos estudantes. É importante ressaltar que “[...] o problema

e o material didático que dará suporte para resolvê-lo devem ser organizados simultaneamente, pois um depende intrinsecamente do outro.” (CARVALHO, 2013, p. 10).

Muitos saberes biológicos, em especial os da Biologia evolutiva, não são passíveis de experimentação (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015), essa é uma característica desse ramo da Biologia que a diferencia de outras Ciências (MAYR, 2005). Para atender a essa especificidade, o T19, T66, T69, T92, T107 e T143 utilizaram textos sobre teorias, textos e vídeos históricos e narrativas históricas.

Dessa forma, é possível perceber nesses trabalhos uma relação muito próxima da Biologia com a História, o que contempla muito a Natureza da Biologia, pois, principalmente a Biologia evolucionista é uma Ciência histórica. A Biologia histórica se refere a “[...] explicação de todos os aspectos do mundo vivo que envolvem a dimensão de tempo histórico - em outras palavras, tal como agora sabemos, todos os aspectos que lidam com a evolução. Esse campo é a biologia evolucionista” e utiliza as narrativas históricas como metodologia (MAYR, 2005, p. 40).

O T22 transcende os espaços físicos e explora os ambientes virtuais de aprendizagem, fazendo uso do microscópio virtual para responder ao problema proposto.

[...] ainda que persistam limites em relação à apropriação e ao uso de tecnologias por parte dos professores, o desenvolvimento contínuo de tais artefatos cria um cenário no qual não se pode mais ignorar a presença e os potenciais usos das TDIC's nos processos de ensino e aprendizagem. Elas devem ser vistas como recursos que podem enriquecer a aula, potencializar os processos reflexivos, contribuindo assim para a (re)elaboração de novos saberes, pois permitem hoje agregar, de forma imediata, informações antes indisponíveis. (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020, p. 431).

Essa concepção provoca reflexão em mais recursos a serem explorados do campo das tecnologias, por exemplo, em uma realidade escolar que não dispõe de microscópio no laboratório de Ciências, há a possibilidade de utilizar microscópios virtuais no laboratório de informática. De acordo com Sasseron (2015, p 52)

[...] o laboratório de informática, a biblioteca ou o pátio são igualmente espaços que podem ser aproveitados para a concretização de práticas relacionadas a temas das ciências da natureza. O que torna esses espaços adequados ou apropriados estar mais vinculado aos objetivos do ensino do que exatamente à sua constituição como espaço físico.

Além disso, também remete a possibilidade de utilizar o EnI no contexto de aulas remotas, que foi o cenário de ensino entre os anos 2020 e 2021 em decorrência da pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2.

A SEI do T79 utiliza uma exposição de uma pesquisadora para resolver o problema proposto. Nos trabalhos T14, T27, T65, T91, T116 e T145 a visita de campo foi presente possibilitando o contato com o mundo natural, coleta de dados por amostras, entrevistas e outros instrumentos. Segundo Santana, Conceição e Mota (2020) as aulas de campo têm relevância para o EnI por possibilitar a observação do mundo natural, prática importante na Biologia. Além disso, o T91 exemplifica a possibilidade de interdisciplinaridade com a possibilidade do desenvolvimento da criticidade frente aos impactos provocados pelo ser humano (SCARPA, SILVA), uma vez que problematiza a qualidade do rio e realiza entrevistas com a população engajando os estudantes em um problema socioambiental.

Diante do exposto, é possível observar que o Ensino de Biologia na perspectiva do EnI não fica e não deve ficar restrita a atividades experimentais, pelo contrário, se tratando de evolução, por exemplo, deve-se propor as narrativas históricas que são mais coerentes a Natureza da Biologia.

4.3 Atividades experimentais no Ensino de Biologia e suas implicações

Nessa subseção serão apresentados e discutidos os 7 trabalhos que utilizaram experimentos para o Ensino de Biologia em atividades investigativas. A síntese desses trabalhos e discussões foi disposta no quadro 8.

Quadro 8 – Síntese das atividades experimentais no Ensino de Biologia e suas implicações.

Trabalhos	Experimentos	Discussão teórica
T3, T5, T18, T25, T36, T32 e T82	Foram utilizados seres vivos que demandaram tempo e clareza das variáveis.	Dificuldades da experimentação na Biologia (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Das atividades experimentais apenas duas não mantiveram relação direta com seres vivos, que foram as dos trabalhos T61 e T160. Os trabalhos T3, T5, T18, T25, T36, T32 e T82 apresentaram experimentos com os seres vivos plantas e microrganismos.

Optar pela experimentação no EnI no Ensino de Biologia pode esbarrar com algumas dificuldades, Trivelato e Tonidandel (2015) destacam que entre os desafios dessa implementação está nas implicações éticas com relação aos experimentos com seres vivos. Talvez por esse motivo que as sequências analisadas realizaram experimentos com plantas e microrganismos e não com animais.

O tempo destinado das sequências analisadas se mantiveram como de longa duração, com exceção do T2 que teve duração de duas horas, todos os trabalhos que estipularam tempo, ou seja, T3, T4, T6, T7, T9, T13, T21, T26, T27, T32, T61, T77, T82, T86, T98 e T121, tiveram duração de mais de três aulas.

Com base nos elementos experimentação e tempo no Ensino de Biologia, vale ressaltar um dos possíveis motivos de dificuldade para a implementação do EnI nessa área, pois experimentos com seres vivos demandam muito tempo. Para exemplificar essa suposição, o trabalho T3 apresenta uma investigação da dinâmica populacional de uma planta a partir de um experimento que durou catorze aulas.

Outra dificuldade apontada por Trivelato e Tonidandel (2015) acerca das experimentações no Ensino de Biologia é o fato das montagens com seres vivos requererem maior tempo de observação como foi constatado no T3.

Além disso, há o fator dos diferentes resultados que os seres podem apresentar mesmo estando sob as mesmas variáveis (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015) isso porque a Biologia lida com o mundo vivo composto por sistemas complexos com características únicas, como o fato da variação ser a regra e não a exceção como nas Ciências fisicalistas (MAYR, 2005; MAYR, 2008). Desse modo, muitas vezes observar e comparar se caracterizam como muito relevantes para a Biologia, tendo em vista que os experimentos exijam maior tempo e muitas variáveis (AZEVEDO; MOTOKANE, 2013).

Sendo assim, essa categoria destaca pontos de atenção ao se propor atividades experimentais no Ensino de Biologia em que deve ser considerado os aspectos éticos, de tempo e variação.

4.4 A Alfabetização Científica permeando o Ensino por Investigação de Biologia

Para realizar a interlocução entre a Alfabetização Científica (AC) e Sequências de Ensino Investigativo (SEI) de Biologia, foi selecionado o T35 dos autores Castro e Motokane (2017). Esse trabalho aborda uma questão socioambiental problematizando os efeitos de uma usina na biodiversidade de uma determinada região.

Para isso, a SEI proposta se preocupou como atividade para estabelecer o conceito de biodiversidade e ofereceu dados por meio de tabelas, gráficos e mapas para que os estudantes

chegassem as conclusões e posicionamentos acerca dos impactos da usina para a biodiversidade e a dinâmica daquele local.

De acordo com as concepções de Scarpa e Campos (2018) existem três eixos da AC que precisam compor o ensino de maneira articulada e equilibrada. O T35 foi selecionado justamente por apresentar essas características.

Ao ser evidenciado no trabalho a preocupação com o entendimento adequado do conceito de biodiversidade, o T35 acaba contemplando o primeiro eixo proposto por Sasseron (2008), pois favoreceu que os estudantes compreendessem esse termo que poderia passar despercebido no cotidiano, em especial, na realidade local retratada no trabalho.

O segundo eixo diz respeito a compreensão da Natureza da Ciência, da política e ética envolvida no fazer científico (SASSERON, 2008). Esse eixo pode ser identificado durante o próprio processo de investigação com o trabalho com os dados fornecidos por meio de elementos comuns na prática científica, que são as tabelas, gráficos e mapas, para estabelecer explicações e conclusões, esses são elementos da Natureza da Ciência.

Além disso, o trabalho também aborda o conflito de interesse nos resultados divergentes de relatórios de impactos ambientais com relação a biodiversidade local, esse é um aspecto ético e político que compõe a prática científica e o segundo eixo da AC.

O último eixo trata das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (SASSERON, 2008). O T35 trabalha esse eixo ao abordar uma questão socioambiental que convida os estudantes a avaliarem e se posicionarem frente as problemáticas em decorrência de uma intervenção humana.

Por fim, esse trabalho demonstra a real possibilidade de articular as finalidades da AC, essas que também constituem os objetivos do Ensino de Biologia na perspectiva do Ensino por Investigação, constituindo um ensino contemplativo aos conhecimentos científicos construídos, aos processos que levaram a construção destes e a influência social e ambiental que causam.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente pesquisa foi possível obter um panorama do Ensino por Investigação (EnI) no Ensino de Biologia a partir da identificação das Sequências de Ensino Investigativo (SEI) de Biologia presentes na literatura, sendo possível constatar de qual forma a abordagem se materializa na Biologia.

Ainda, foi realizada a análise das concepções da Natureza da Biologia nas SEI analisadas em que as especificidades relacionadas ao objeto de estudo da Biologia ficaram expressas nas práticas, problemas e recursos utilizados nas propostas investigativas.

A compreensão das implicações das SEI de Biologia para a Alfabetização Científica (AC) também foi um objetivo alcançado, uma vez que foi trazida a discussão acerca da AC que se fez presente no EnI na Biologia.

A pesquisa também possibilitou a reflexão sobre possibilidades que possam subsidiar o desenvolvimento do Ensino por Investigação no Ensino de Biologia, o que tornou possível a proposição de eixos para compor o Ensino de Biologia, que foram:

(i) compreensão das especificidades epistemológicas da Biologia: promover a clareza que a Biologia se diferencia das outras Ciências devido ao seu objeto de estudo lidar com uma maior complexidade, assim como as diferenças dentro da própria Biologia visando a fuga de visões distorcidas que confirmam a essa Ciência um caráter menos científico em detrimento das suas particularidades;

(ii) integralização das Ciências Biológicas e destas com outras Ciências: destacar que as Ciências não se encontram uma à mercê da outra por meio de uma perspectiva interdisciplinar. Ressaltar que as bases explicativas dos fenômenos biológicos dialogam entre si, assim como os próprios fenômenos;

(iii) exploração da Biologia no contexto social, cultural, ético, político e ambiental: compreender que a produção científica sofre influência dessas esferas, da mesma maneira que as influencia;

(iv) desenvolvimento de práticas pedagógicas alinhadas às práticas Científicas: esse último eixo é a base para o desenvolvimento dos demais, tendo em vista que se relaciona com a forma que a Biologia é levada para a sala de aula.

Assim, os resultados revelaram que os diferentes ramos da Biologia exigem tratamentos diferentes, uma para explicar como ocorre determinado fenômeno por meio da descrição,

observação, comparação e até mesmo experimentação, e outra que busca o porquê dos fenômenos a partir de eventos que levaram a esse fenômeno.

Dessa maneira, as formas as quais o conhecimento foi construído precisam ser respeitadas. Se tratando de especificidades da Biologia, o ramo da Biologia histórica se destaca por suas diferenças que foram contempladas nas sequências analisadas que utilizaram da articulação com a história.

A pesquisa também ofereceu uma compreensão mais ampla acerca das limitações da experimentação no Ensino de Biologia, chamando atenção principalmente para o tempo demandado por essas atividades que pode conferir resistência na adoção do EnI pelo fato de concentrar maior tempo para determinadas temáticas e lidar com pressões para o cumprimento de todo currículo.

Todas essas perspectivas possibilitadas pela análise oferecem subsídio para pesquisas futuras, principalmente no que diz respeito ao planejamento e aplicação da abordagem no Ensino de Biologia. Quanto a isso, é importante chamar atenção para uma formação que ofereça as devidas condições para que a aproximação com a produção do conhecimento biológico seja efetiva e reflita na prática pedagógica dos sujeitos.

Desse modo, englobar as reconstruções do planejamento para além de um currículo imutável de maneira a integrar a escola e propor ações interdisciplinares frente as novas propostas curriculares; a utilização dos espaços escolares (Laboratório de Ciências, Laboratório de informática, biblioteca, pátio e a própria sala de aula); e os diálogos da escola com o seu entorno.

Contudo, a pesquisa evidenciou duas limitações, a primeira por se tratar do estabelecimento de relações entre as temáticas estudadas, nesse sentido, talvez uma pesquisa empírica poderia contribuir de melhor forma para integralizar a Natureza da Biologia às Sequências de Ensino Investigativo, já que esse não foi o objetivo central dos trabalhos analisados, a segunda, diz respeito a grande quantidade de trabalhos encontrados exigindo uma grande demanda de tempo para análise, por isso, o foco foi mantido apenas nas propostas investigativas apresentadas.

Por fim, cabe levar atenção para a importância de os professores necessitarem de conhecimento acerca dos conteúdos biológicos, da abordagem e da Natureza da Biologia. Por fim, é esperado que a partir desse trabalho surjam proposições de Ensino por Investigação no Ensino de Biologia.

6 REFERÊNCIAS

ALLCHIN, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALMEIDA, Áureo. O uso do filme “perdido em marte” como atividade investigativa. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

ALMEIDA, Gisele Regiane *et al.* Ciência forense: uma proposta de ensino por investigação realizada no contexto do pibid-biologia da universidade federal do espírito santo. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

ARNHOLZ, Erineti; MUSCARDI, Dalana Campos. O desenvolvimento de uma sequência didática investigativa de biologia sobre biotecnologia e controle biológico emergida através da problematização de um tema gerador. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

ARRUDA, Welton da Silva. **Ensino por investigação científica no ensino médio: A qualidade da água**. Dissertação (mestrado). Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

AULER, Décio. Alfabetização Científico-Tecnológica: Um novo “paradigma”? **ENSAIO, Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 05, n. 01, p. 69-83, 2003.

AZEVEDO, Renato; MOTOKANE, M. Natureza da biologia e a teoria da evolução biológica: implicações para o ensino. **IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIÊNCIAS**, 2013, n.º Extra, pp. 235-240.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 1979.

BARBOSA, Matheus Felipe Dias. **Confrontando informações de fake news na aula de biologia - sequência didática com viés investigativo sobre a febre amarela**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2019.

BARBOSA, Tatiane Cristina Reis; MAIA, Cristina de Oliveira. A construção do conhecimento significativo, contextualizado e atraente das plantas: proposições para o Ensino e Aprendizagem de Botânica. **Anais do VIII ENEBIO**, p. 726-736, 2021.

BASTOS, Isângela Rodrigues; OLIVEIRA, Denise Maria Trombert. Identificação de plantas em uma área urbana: aprendendo botânica por investigação. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

BEJARANO, Nelson Rui Ribas, ADURIZ-BRAVO, Agustín, BONFIM, Carolina Santos. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008>

BERNARDES, Andréa. **Biotecnologia**: proposta de sequência didática de ensino investigativa como material de apoio para professores do ensino médio. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. Brasília, 2019.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto – Portugal. Porto Editora, 1994.

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

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. Editora Cortez, São Paulo, 2005.

CALDEIRA FILHO, João Evangelista. **Práticas construtivistas e investigativas no ensino de biologia**: elaboração de um caderno de apoio para professor. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Belo Horizonte, 2019.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. Problematizando no ensino de Ciências. In. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Brasil. São Paulo: Cengage, 2013.

CARDOSO, Milena Jansen Cutrim; SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise De Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 18(3), 1025-1059, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831025>

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al.* **TERMODINÂMICA: Um ensino por investigação**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação. v. 1. 123p, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), 765–794, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas In A. M. P. Carvalho. **Ensino De Ciências Por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Brasil. São Paulo: Cengage Do Brasil, p. 1 – 20, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: M. D. Longhini (org). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia, Minas Gerais: edufu, p. 253 – 266, 2011.

CASTRO, Rafael Gil de; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teóricos metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Anna Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. **Manual de produção científica**. 55-70, 2014.

COSTA, Brunna Crislayne Câmara da. **Abordagem investigativa e questões sociocientíficas como proposta de alfabetização científica no ensino de biologia**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, RN, 2018.

COSTA, Paula Maria Alves Pereira Marque da; SILVA, Luiz Augustinho Menezes da; RODRIGUES, Simone Lima Dourado Ximenes. Percepções ambientais e discussão sobre o óleo derramado nas praias do Nordeste. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 3353-3362, 2021.

COSTA, Paula Maria Alves Pereira Marque da; OLIVEIRA JUNIOR, Geraldo Martins de; RODRIGUES, Simone Lima Dourado Ximenes. Construção de maquetes dos sistemas reprodutores masculino e feminino. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 5163-5172, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas AS, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>

GUIDA, Ana Soares; BEIRÃO, Paulo Sérgio Lacerda. Atividade investigativa como fator motivacional e indutor ao protagonismo do estudante: aproximação prática entre a Ciência dos cientistas e a Ciência das escolas. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 2325-2336, 2021.

HORA, Bruna Lorena Valentim da. **Ensino de ecologia sob a perspectiva CTS e investigativa: um caminho para o letramento científico**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, RN, 2017.

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

JARDIM, Cleidiane Aparecida da Costa Rocha; MONTEIRO, Mariana Magalhães; MARCELINO, Valéria de Souza. O uso de smartphones associado à metodologia investigativa: verificando possibilidades de uso no ensino médio. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

KRASILCHIK, Myrian. **Biologia** – ensino prático. São Paulo. SP: Escrituras, 2009.

LEAL, Luis Phillipe Carvalhais. **Microrganismos como agentes de despoluição das águas: uma prática investigativa para educação de jovens e adultos**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2019.

LEDERMAN, Norm G; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy L; SCHWARTZ, Renee S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LIMA, Gleice Prado. O uso de vacinas e o ensino de Biologia: relatos sobre o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 4830-4842, 2021.

LIMA, Elis Carla de Moura *et al.* A Origem da Vida: uma proposta de Sequência Didática investigativa com criação de vídeo na mídia social Tiktok. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 5477-5486, 2021.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 03, n. 3, p. 37-50, 2001.

LOUREIRO, Pedro Henrique Rodrigues. Experiências vivenciadas durante o estágio: uma reflexão sobre o planejamento didático e o ensino investigativo. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

LUCAS, Julia Zerlotini de. **Posse responsável de animais de companhia como oportunidade para a educação ambiental na escola**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora. Instituto de Ciências Biológicas. Juiz de Fora, 2020.

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

MADIGAN, Michael T *et al.* Microbiologia de Brock. 14. ed. Porto Alegre : Artmed, 2016.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTELLO, Ive Cerqueira dos Santos Martello, *et al.* Relato de experiência na produção de uma sequência didática durante um curso para a formação de professores. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

MARTINS, Daniel Carlos; OLIVEIRA, Sérgio Geraldo Torquato de. O Ensino de Ciências por Investigação como estratégia para a promoção da alfabetização científica acerca da fermentação alcoólica. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro**

de Ensino de Ciências por Investigação, 2020.

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

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

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20003, 2020. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200003>

MESQUITA, Rosemery Dias Pereira de. **Uma proposta de sequência didática investigativa sobre lixo urbano e os impactos à saúde e ao meio ambiente**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biologia. Rio de Janeiro, 2019.

MILANEZ, Érica da Cunha Maciel; GRADELLA, Débora Barreto Teresa; SOUZA, Marco Antônio Andrade de. Descobrimo as propriedades da água através de experimentos. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 877-893, 2021.

MITSUNAGA, Jacqueline Mendes; CALEGARI, Andreia dos Santos; SALES, Alessandra Gomes; FRANZOLIN, Fernanda. Quais as contribuições do ensino por investigação com estudo de caso para o processo de ensino-aprendizagem? **Anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 1088-1097, 2018.

MONTEIRO, Cibelly Olegário da Silva, *et al.* Alimentação inadequada e a ocorrência de doenças crônicas: uma proposta de sequência didática investigativa para o ensino médio. **Anais do VIII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 4883-4887, 2021.

MOTA, Maria Danielle Araújo. **Laboratórios de Ciências/Biologia nas Escolas Públicas do Estado do Ceará (1997-2017)**: realizações e desafios. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MOTA, Maria Danielle Araújo. **Integração curricular do curso técnico em enfermagem com a disciplina biologia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, 2013.

NASCIMENTO, Ana Laura Loureiro Martins; CRESPO, Natalia Deus de Oliveira. Sequência de ensino investigativa interdisciplinar no processo de aprendizagem da fotossíntese. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

OLIVEIRA, Thais Benetti de; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A natureza da Biologia e os conceitos biológicos: como exemplificar o caráter sistêmico e integrado dessa ciência? **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 125-147, 2015.

OLIVEIRA, Joana D'arc Marçal Caxeado, BUCCIARELLI-RODRIGUEZ, Mônica.

Transgênicos: experiência de ensino e aprendizagem de adultos usando viés investigativo e contextualização social. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

ORTIZ, Etiane; COSTA, Marcia da; SILVA, Marcos Rodrigues da. A proposição da analogia darwiniana entre seleção artificial e seleção natural: uma proposta de abordagem histórico-investigativa. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PACHECO, Mariângela Soares Silva; BORGES, Janaína Ferreira Hudson. Relato de experiência da aplicação de uma sequência de ensino sobre o tema vacinas com uma abordagem CTS. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PANTONI, Rodrigo. Análise da argumentação de estudantes de ensino médio sobre evolução biológica. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PEDASTE, Margus. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

PEREIRA, Joene Alves Pereira; TEIXEIRA, Marcos da Cunha. Compreendendo o conceito de alelopátia a partir de uma sequência didática investigativa. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PERIM, Samyra Cardozo Santos; MANCINI, Karina Carvalho. Uma fábrica chamada célula. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PERSICH, Gracieli Dall Ostro Persich. **Projeto investigativo interdisciplinar conexão delta e as potencialidades do ensino por investigação no ensino médio**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Santa Maria, 2017.

PIMENTA, Mayana Flávia; RIBEIRO, Rafaella Cardoso; VILAS-BOAS, Adlane. Dominância e recessividade no ensino de genética: uma atividade investigativa como ferramenta para a aprendizagem das interações alélicas. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

PINHEIRO, Anne Lucas. **Ensino de ecologia no ensino médio através de atividades investigativas**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. 2019.

REIS, Erisnaldo Francisco. O conhecimento popular acerca do controle de *PLANOCOCCUS CITRI* (HEMIPTERA; PSEUDOCOCCIDAE): um estudo investigativo. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

ROLDI, Maria Margareth Cancian; SILVA, Mirian do Amaral Jonis; TRAZZI, Patricia Silveira da Silva. Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(3), 967–991, 2018. doi: 10.28976/1984 2686rbpec2018183967

ROLDI, Maria Margareth Cancian; SILVA, Mirian do Amaral Jonis. Ensino por Investigação em Museus de Ciência: o caso do Instituto Nacional da Mata Atlântica-INMA. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SANTANA, Ana Clara Campideli, *et al.* Açúcares de Adição e Educação alimentar na escola: Uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo no Ensino Médio. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SANTANA, Ana Júlia Soares, CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues da; MOTA, Maria Danielle Araújo. Ensino por investigação: um olhar para o referencial curricular de alagoas e a bncc na área de ciências da natureza. **Anais VII Congresso Nacional de Educação - Edição Online... Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68521>>**.

SANTOS, Aline Coêlho dos Santos. **Integração de tecnologia na educação básica**: um estudo de caso nas aulas de biologia utilizando laboratórios on-line. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

SANTOS, Sérgio Martins dos, *et al.* Interdisciplinaridade e Ensino por Investigação de Biologia e Química na Educação Secundária a partir da temática de Fermentação de Caldo de Cana. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SANTOS, Aline Valéria Sousa; FRANZOLIN, Fernanda; SALES, Alessandra Gomes. O uso de estratégias de aprendizagem no Ensino por Investigação. **Anais do VII Encontro Nacional de Ensino de Biologia**, p. 1088-1097, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1061–1085, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciência da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.especial, p. 49-67 , novembro, 2015. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SCARPA, Daniela Lopes. CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, 32 (94), 2018.

SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Maíra Batistoni e. A Biologia e o Ensino por Investigação: dificuldades e possibilidades. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula (pp,129-152). São Paulo: **Cengage Learning**, 2013.

SCHUARTZ, Antônio Sandro; SARMENTO, Helder Boska de Moraes. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 429-438, 2020. ISSN 1982-0259. <https://doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, Martha et.al. (Org.). **Ensino de biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: EDUFF, 2005.

SILVA, Erick José dos Santos, *et al.* O ensino por investigação em espaços não formais: uma abordagem sobre os impactos ambientais em Capanema-PA. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SILVA, François Soares. **Abordagens investigativas no ensino de Microbiologia para a promoção da alfabetização Científica dos estudantes de nível médio**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Juiz de Fora. Governador Valadares Instituto de Ciências da Vida. 2020.

SILVA, Lúcia Candido da; SANTOS, Sonia Barbosa dos. Atividade lúdica como Prática Pedagógica Investigativa no Ensino de Botânica no Ensino Médio. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SILVA, Maíra Batistoni e; GEROLIN, Eloísa Cristina; TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi Trivelato. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(3), 905–933, 2018. doi: 10.28976/1984-2686rbpec2018183905

SILVA, Sarah Eliane de Matos, *et al.* Vacinação e a apropriação do conhecimento imunológico por alunos do ensino médio: uma abordagem em pesquisa-ação. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SOARES, Rosany dos Santos; PATRICIA DOMINGOS, Patricia. A história de um rio: Educação ambiental crítica para o aprendizado de Biologia/meio ambiente no nível médio. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SOLINO, Ana Paula. **Potenciais Problemas Significadores em aulas Investigativas:** contribuições da perspectiva histórico-cultural. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2017.

SONEGHETI, Sabrina; TEXEIRA, Marcos da Cunha; AOYAMA, Elisa Mitsuko. Pesquisando a História Ambiental e aprendendo Biologia para a criação de um Teatro Científico: uma proposta com abordagem investigativa. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

SOUTO, Valéria Maria Monteiro Souto. **Ensino Investigativo, receptivo ou ambos?** Análise do Interesse e Aprendizado após duas sequências didáticas sobre o sistema digestório. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora. Instituto de Ciências Biológicas. 2020.

TORRES, Miliane Aparecida, LOPES, Miguel José. Alimentação, digestão e nutrição: problematização e contextualização para uma aprendizagem investigativa. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

TRAZZI, Patrícia Silveira da Silva; BRASIL, Elizabeth Detone Faustini. Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

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

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.