

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARIA EDUARDA GAVRON DE SOUSA

**PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE
POLÍMEROS A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

CURITIBA

2024

MARIA EDUARDA GAVRON DE SOUSA

**PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE POLÍMEROS
A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

**Proposal of an investigative teaching sequence about polymers based on a systematic
literature review**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Fabiana Pauletti.

CURITIBA

2024



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE
POLÍMEROS A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Por

MARIA EDUARDA GAVRON DE SOUSA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 04 de julho de 2024 como requisito para a obtenção do título de de Licenciada em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

Fabiana Pauletti
Prof.(a) Orientadora

Adriane Viana Rosário
Membro titular

Anike Araujo Arnaud
Membro titular

A Deus, por me guiar e fortalecer em cada passo
desta jornada, e aos meus pais que, sob o Sol, me
fizeram chegar aqui pela sombra.

RESUMO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que o ensino médio deve formar sujeitos autônomos, críticos, criativos e responsáveis em relação à sociedade em que estão inseridos, frente aos novos desafios contemporâneos, com vistas ao enfrentamento, tomada de decisão e ações para resolução desses desafios. A formação de sujeitos com essas características requer que as instituições de ensino de nível básico e superior, juntamente com os professores utilizem abordagens de ensino que desenvolvam os sujeitos como tais protagonistas. Direcionando a área de Ciências da Natureza, sobremaneira ao componente curricular de Química, os desafios de tornar os jovens protagonistas se agigantam, porque esta ciência é considerada de difícil aprendizagem e na maioria das vezes os estudantes não têm familiaridade com a Química. Uma das formas é ensinar Química e os demais componentes curriculares da área de Ciências da Natureza de modo contextualizado e experimental, haja visto que são ciências que se complementam e demandam dessa abordagem empírica. Essa forma, pode, ao que tudo indica, despertar o interesse dos estudantes, bem como atender as orientações da BNCC e de outros documentos que regem a educação básica e superior. Em resultado, o Ensino por Investigação se apresenta como uma abordagem de ensino que implica na introdução de problemas, sejam experimentais ou não, mas sempre contextualizados, a fim de que os estudantes, aprendam a resolver as problemáticas em grupo e propor possíveis soluções, coletando evidências, levantando hipóteses, realizando experimentos, amalhando e analisando dados experimentais, dialogando com os pares e com o professor, a fim de promover a sistematização do conhecimento e a escrita ou desenho em torno do problema proposto. Assim sendo, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem por objetivo geral **compreender o uso de atividades investigativas no ensino de Química, mediante uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na última década bem como, elaborar uma sequência de ensino investigativa do tipo laboratório aberto sobre a temática de polímeros**. Essa pesquisa é de caráter qualitativo, haja vista que busca compreender o contexto do uso de atividades investigativas no ensino, suas decorrências, possibilidades e desafios. O método escolhido é denominado de Revisão Sistemática de Literatura, o qual compreende fases bem definidas, estruturadas e com procedimentos reprodutíveis. Os resultados indicam as principais atividades investigativas que estão sendo desenvolvidas na educação básica e superior, que vão desde a utilização de sequências investigativas, desenvolvimento da argumentação, formação de jovens protagonistas, sendo assim apontadas algumas possibilidades e desafios. Também, o Ensino por Investigação se mostrou presente ou ao menos vem sendo indicado como abordagem de ensino na formação inicial de professores, bem como na necessidade de formação continuada a partir dessa abordagem. Em decorrência, apresenta-se uma sugestão de sequência de ensino investigativa do tipo laboratório aberto sobre a temática de polímeros, a qual foi intitulada de “Explorando polímeros: uma jornada investigativa”, com a finalidade de orientar professores e estudantes de licenciatura a desenvolverem ambientes investigativos.

Palavras-Chave: Base Nacional Comum Curricular; Ciências Da Natureza; Ensino De Química; Ensino Por Investigação; Polímeros.

ABSTRACT

The National Common Curricular Base (BNCC) states that high school should develop autonomous, critical, creative and responsible individuals in relation to the society in which they live, in the face of new contemporary challenges, with a view to confronting, making decisions and taking actions to resolve these challenges. The development of individuals with these characteristics requires that elementary and higher education institutions, together with teachers, use teaching approaches that develop individuals as such protagonists. By directing the area of Natural Sciences, especially the curricular component of Chemistry, the challenges of turning young people into protagonists become greater, because this science is considered difficult to learn and most of the time students are not familiar with Chemistry. One way is to teach Chemistry and the other curricular components of the Natural Sciences area in a contextualized and experimental way, since they are sciences that complement each other and require this empirical approach. This approach can, apparently, arouse the interest of students, as well as meet the guidelines of the BNCC and other documents that govern basic and higher education. As a result, Inquiry-Based Teaching is presented as a teaching approach that involves the introduction of problems, whether experimental or not, but always contextualized, so that students learn to solve problems in groups and propose possible solutions, collecting evidence, raising hypotheses, conducting experiments, collecting and analyzing experimental data, dialoguing with peers and the teacher, in order to promote the systematization of knowledge and writing or drawing around the proposed problem. Therefore, this Final Course Work (TCC) has the general objective of understanding the use of investigative activities in the teaching of Chemistry, through a Systematic Literature Review (SLR) in the last decade, as well as developing an investigative teaching sequence of the open laboratory type on the theme of polymers. This research is of a qualitative nature, since it seeks to understand the context of the use of investigative activities in teaching, its consequences, possibilities and challenges. The chosen method is called Systematic Literature Review, which comprises well-defined, structured phases with reproducible procedures. The results indicate the main investigative activities that are being developed in basic and higher education, ranging from the use of investigative sequences, development of argumentation, and training of young protagonists, thus pointing out some possibilities and challenges. Inquiry-Based Teaching was also present or at least indicated as a teaching approach in initial teacher training, as well as in the need for continuing education based on this approach. As a result, a suggestion is presented for an open laboratory-type investigative teaching sequence on the theme of polymers, which was entitled "Exploring polymers: an investigative journey", with the purpose of guiding teachers and undergraduate students to develop investigative environments.

Keywords Common National Curriculum Base; Natural Sciences; Chemistry Teaching; Research-Based Teaching; Polymers.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E GRÁFICOS

Figuras

Figura 1. Pressupostos do Ensino por Investigação.....	10
Figura 2. Etapas da SEI de laboratório aberto.....	13
Figura 3. Fases da revisão sistemática de literatura.....	16
Figura 4. Representação da plataforma EBSCO disponibilizada pela biblioteca da UTFPR.....	17

Quadros

Quadro 1. Combinação de palavras-chave realizadas na RSL.....	17
Quadro 2. Combinação de palavras-chave e resultados por busca.....	18
Quadro 3. Resultados da combinação de palavras-chave.....	18
Quadro 4. Descrição do <i>corpus</i> final de análise.....	19
Quadro 5. Quantidade de autores por instituição.....	24

Gráficos

Gráfico 1. Fases da revisão sistemática de literatura.....	23
Gráfico 2. Sexo biológico dos autores do <i>corpus</i> dessa pesquisa.....	23
Gráfico 3. Número de autores por região.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	15
3 CATEGORIAS DE ANÁLISE	26
3.1 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR: ALGUMAS POSSIBILIDADES E DESAFIOS	26
3.1.1 Experimentação investigativa no ensino	31
3.1.2 Desafios enfrentados no uso do Ensino por Investigação	35
3.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	37
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A - EXPLORANDO POLÍMEROS: UMA JORNADA INVESTIGATIVA.....	48

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta que o ensino médio deve formar sujeitos autônomos, críticos, criativos e responsáveis em relação à sociedade em que estão inseridos frente aos novos desafios contemporâneos com vistas ao enfrentamento, tomada de decisão e ações para resolução desses desafios, propondo assim uma educação integral. Para que essa formação ocorra de forma plena, cabe às instituições de ensino, bem como aos professores, possibilitar experiências de aprendizagens necessárias à leitura do mundo real, enfrentamento dos desafios contemporâneos e tomadas de decisões (BRASIL, 2018, p. 463).

Aspectos como estes fazem parte de uma competência geral da educação básica apontada pela BNCC:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018, p. 9).

Nesse sentido, formar cidadãos com tais características requer a utilização de abordagens de ensino hodiernas, isto é, que propiciem um ensino e aprendizagem pautado nos problemas reais, a fim de introduzir os conceitos científicos nessa realidade e possibilitar que os estudantes busquem resolver os problemas e propor soluções as demandas emergentes, tornando-os arquitetos e protagonistas de suas aprendizagens. Sabe-se que em abordagens tradicionais, a formação não costuma ser pautada em problemas reais e contextualizada, tão pouco permite que o estudante seja protagonista. Um extrato dessa abordagem é descrito por Santana, Nuven e Brito (2022, p. 229), que ao olhar para o ensino de Química, diagnosticam as limitações de abordagens convencionais:

O ensino tradicional, que traz uma forma de ensinar engessada, centrada no professor e preocupada com o conteúdo, acaba por trazer o Ensino de Química baseado em aulas expositivas com conceitos que não dialogam com o cotidiano dos estudantes. Desse modo, o estudante não é capaz de evidenciar os conceitos trabalhados em sala presentes no dia a dia.

Nesse sentido, ao direcionar esta pesquisa para o componente curricular de Química em nível médio, especialmente, destaca-se que além do cuidado que o professor deve ter ao escolher a abordagem de ensino que possibilite o

desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para formar aprendizes autônomos e que saibam enfrentar os desafios contemporâneos, faz-se necessário olhar para as peculiaridades deste componente curricular. Segundo consenso e apontado por Viana *et al.*, (2020, p. 882), tanto a Química, como a área de Ciências da Natureza, no ambiente escolar, por muitas vezes é considerada desmotivadora, desinteressante e até mesmo difícil de se compreender por parte dos estudantes. A Química, por exemplo, possui natureza altamente abstrata (POZO; CRESPO, 2009) e por isso, deve ser ensinada de modo a se inserir no contexto dos estudantes. Santos e Amaral (2019, p. 282) sublinham que “para que a Química possa ser bem compreendida é necessário que se transite entre o que não se vê, o que se vê e a representação simbólica do fenômeno observado”. Em outras palavras, devido à natureza abstrata desse componente curricular faz-se necessário utilizar estratégias de ensino que perpassam a experimentação, uso da tecnologia digital e abordagens de ensino que fomentem diversas formas de representação (PAULETTI; CATELLI, 2013). Por este motivo, a fim de suprir, também, as demandas postas pela BNCC, no que diz respeito ao uso de novas abordagens de ensino e com a intenção de fortalecer o ensino de Ciências da Natureza, em especial o ensino de Química, incluindo atividades que colaboram com a formação de jovens protagonistas, evidencia-se o Ensino por Investigação.

Metodologias diferenciadas de ensino como o ensino por investigação podem contribuir para que os alunos se comportem como seres mais ativos, procurando resolver problemas, posicionando-se de maneira que possibilite à discussão, a argumentação, a reflexão, a comunicação, entre outros (VIDRIK; MELLO, 2019, p. 93).

O uso de tal abordagem de ensino vai de encontro com o que a BNCC orienta para o ensino de Ciências da Natureza:

A **abordagem investigativa** deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos [...]. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p. 551, grifo nosso).

Carvalho (2013) ao longo das décadas construiu uma abordagem de ensino bastante consolidada no cenário brasileiro, a qual pode ser empregada na educação básica e na educação superior e em qualquer componente curricular. Assim, o Ensino por Investigação é uma forma de ensinar que consiste em quatro pressupostos discutidos a seguir.

Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor; sendo que os estudantes são organizados em grupos pequenos e recebem do professor o material didático em torno da problemática apresentada. Ao propor o problema, cabe ao docente verificar se todos os grupos compreenderam o problema, evitando dar a resposta ou demonstrar como manipular o material para alcançá-la, bem como orientar os estudantes, fazendo questionamentos em torno de suas hipóteses, escolhas e procedimentos.

Resolução do problema pelos estudantes, nesse pressuposto, o foco está nas atividades práticas que permitem que os aprendizes formulem e testem hipóteses para resolver o problema. Sabendo que o conhecimento é construído a partir das hipóteses levantadas, tentativas e erros, coleta de dados experimentais, análise e discussão coletiva; É o que fomenta que os grupos de estudantes percorram esse caminho e emitam conclusões pautadas nesses procedimentos, confirmando ou refutando as hipóteses experimentalmente. Conforme Carvalho (2013) o erro desempenha um papel crucial neste processo investigativo, haja visto que ajuda os estudantes a entender o que não funciona, o que não deu certo e, assim, podem eliminar e refutar dados, hipóteses e variáveis; caminho este que contribui para a construção do conhecimento. A resolução do problema ocorre em grupos pequenos, onde os estudantes podem se comunicar mais facilmente e sentir-se mais confortáveis para compartilhar suas ideias. O papel do professor é garantir que os estudantes compreendam o problema proposto e deixá-los trabalhar de forma independente, intervindo apenas para verificar o entendimento e fornecer orientações quando necessário.

Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos, após os grupos resolverem o problema, o professor reúne o material experimental e dissolve os grupos para iniciar um debate em grande grupo, preferencialmente em círculo para facilitar a comunicação. Nessa fase, o papel do professor é crucial para promover a

sistematização coletiva do conhecimento, incentivando os estudantes a compartilharem suas experiências e explicarem suas soluções. “A aula, neste momento, precisa proporcionar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado” (CARVALHO, 2013, p. 12). Neste sentido, o professor faz perguntas para estimular a reflexão dos estudantes sobre o processo seguido/percorrido e os resultados obtidos, promovendo o desenvolvimento de atitudes científicas. Os estudantes também são levados a buscar justificativas e explicações para seus resultados, expandindo seu vocabulário científico. Em alguns casos, a sistematização dos dados pode envolver a construção de tabelas e gráficos, exigindo a mediação do professor para facilitar a compreensão e a tradução entre diferentes linguagens.

Escrever e/ou desenhar, os estudantes realizam a sistematização individual do conhecimento após participarem de discussões sociais durante a resolução do problema, tanto em grupos quanto em toda a classe, com a mediação do professor. Neste momento, é importante que eles dediquem um tempo para refletir e registrar por escrito o que aprenderam na aula. “O diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de Ciências, pois como o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagens [...]” (CARVALHO, 2013, p. 13). Ademais, é nesse pressuposto que os estudantes constroem efetivamente a resposta escrita para o problema apresentado, o qual foi construído ao longo das aulas com atividades que fomentaram a importância do pensamento individual e reflexivo (CARVALHO, 2013). Em síntese, a Figura 1 compreende os quatro pressupostos do Ensino por Investigação.

Figura 1. Pressupostos do Ensino por Investigação.



Fonte: Elaborado com base em Carvalho (2013).

Em decorrência, uma das formas de desenvolver o Ensino por Investigação é mediante as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), as quais possibilitam a construção de argumentos e principalmente tornam o estudante protagonista da sua aprendizagem. Conforme Carvalho (2014) quando o professor propõe uma SEI é oportunizado aos estudantes condições para desenvolverem conhecimentos novos a partir de seus conhecimentos prévios, além de permitir discussões entre colegas e professores passando do conhecimento espontâneo ao científico. Numa abordagem investigativa, o professor tem o papel fundamental de mediador. Sua tarefa passa a ser orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento ou da reconstrução do conhecimento anterior. Para trabalhar com uma SEI o professor deve seguir as seguintes etapas:

[...] a SEI inicia-se por um **problema, experimental ou teórico, contextualizado**, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a **resolução do problema**, uma atividade de **sistematização do conhecimento** construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a **contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos**, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando, os alunos a saberem mais sobre o assunto (CARVALHO, 2013, p. 9, grifo nosso).

Em evidência às etapas postas acima, destaca-se que a introdução de um problema contextualizado é o limiar nessa abordagem de ensino investigativa. Em

seguida ocorre a resolução do problema pelos estudantes, que a partir da orientação do professor e trabalhando em grupos, criam estratégias para resolução do problema real, buscando evidências, levantando e interpretando dados, prevendo hipóteses e construindo e reconstruindo roteiros para a resolução do tópico. Em seguida, ocorre a sistematização do conhecimento, em que o professor solicita que os grupos demonstrem como resolveram o problema, o que deu certo ou não e quais os aprendizados, relacionando, por sua vez aos conceitos científicos, o que implica na passagem da ação manipulativa a ação intelectual dos estudantes, e, por fim, a escrita ou desenho de modo individual a fim de sistematizar o entendimento daquele aprendiz sobre a problemática abordada (CARVALHO, 2013). Contudo, no desenvolvimento de algumas SEI, pode ser necessário vários ciclos dessas atividades para dar conta do tópico abordado ou mesmo o planejamento de outros tipos de atividades.

Assim sendo existem diferentes formas de abordar as sequências de ensino investigativas, que vão desde abordagem histórica, a experimentação, aulas teóricas de sistematização, problematizações e, uso da tecnologia digital, as quais podem ser desenvolvidas mediante as SEI: i) textos históricos; ii) experiências de demonstração investigativa; iii) laboratório aberto; iv) aulas de sistematização ou textos de apoio; v) questões e problemas abertos; e, vi) recursos tecnológicos (CARVALHO, 2014). Para este trabalho será abordado especificamente a SEI de laboratório aberto.

A SEI de laboratório aberto é composta por algumas etapas que pressupõe uma investigação experimental em que os estudantes resolverão um problema proposto pelo professor em grupo. Para Carvalho (2014, p. 71) o objetivo desta SEI

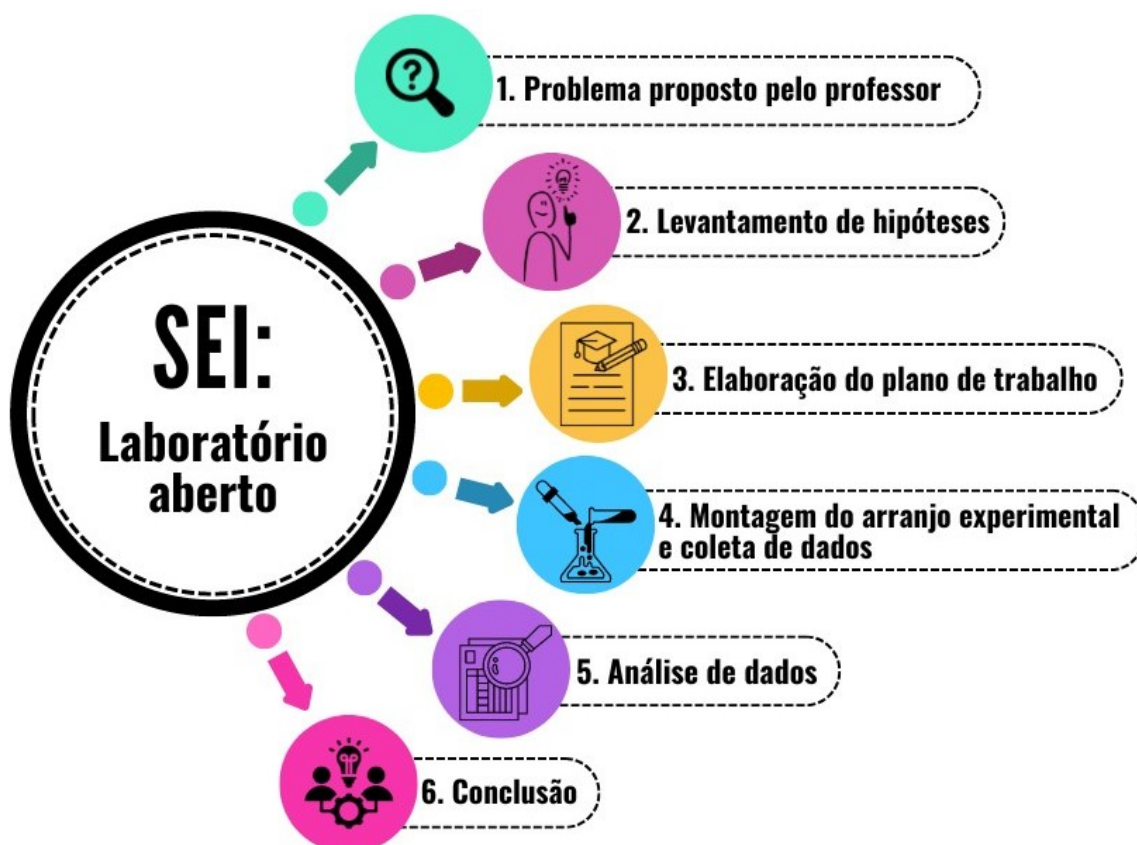
[...] não é provar o que os alunos já aprenderam nas aulas teóricas, mas ao contrário, é levá-los a procurar uma solução experimental, utilizando-se de outras linguagens da ciência como construir tabelas com dados experimentais, isto é, escolher as variáveis importantes no fenômeno físico estudado e procurar estabelecer relações entre essas variáveis, construir gráficos, isto é, procurar qual a estrutura matemática que relaciona essas variáveis. O laboratório aberto procura contemplar a alfabetização científica dos alunos.

Neste sentido, as etapas da SEI laboratório aberto são: i) Proposta do problema - O professor elabora a proposta na forma de uma pergunta, a qual deve estimular a curiosidade científica dos estudantes. A pergunta, preferencialmente, não deve ser muito específica, permitindo que os estudantes explorem diferentes abordagens e caminhos experimentais. A intenção é que a resposta a essa pergunta

se torne o objetivo da atividade; ii) Levantamento de hipóteses- Os estudantes são incentivados a levantar hipóteses sobre possíveis soluções para o problema proposto. Esta fase é crucial, pois promove a criatividade e o pensamento crítico. Durante esse processo, o professor orienta a discussão, ajudando os estudantes a formular hipóteses viáveis e cientificamente embasadas. A orientação do professor é fundamental para garantir que as hipóteses sejam relevantes e direcionem os estudantes para experimentações produtivas; iii) Elaboração do plano de trabalho- Neste momento, deve-se discutir como será realizado o procedimento experimental. Esta discussão deve ser feita com toda a turma para promover a colaboração e o compartilhamento de ideias. Cada grupo deve detalhar seu plano de trabalho, descrevendo os passos que seguirão para testar as diversas hipóteses levantadas anteriormente. Esse planejamento coletivo e detalhado garante que todos os estudantes estejam alinhados e preparados para conduzir suas investigações de forma organizada; iv) Montagem do arranjo experimental e coleta de dados- Os estudantes se envolvem na fase mais prática do processo investigativo. Nesta fase, eles manipulam o material e os equipamentos necessários para a montagem do arranjo experimental, seguindo os planos de trabalho previamente discutidos e elaborados. Com o arranjo montado, os estudantes iniciam a coleta de dados, observando e registrando os resultados das suas experimentações; v) Análise de dados - Nesta etapa, os estudantes se dedicam a fornecer informações para a solução da situação problema, através da construção de gráficos e à obtenção de equações que permitam interpretar os resultados coletados. Este é o momento em que eles verificam se os dados experimentais confirmam ou refutam suas suposições iniciais. A mediação do professor é essencial durante essa fase, pois ele orienta os estudantes na análise correta dos dados, na construção precisa de gráficos e na aplicação adequada de métodos matemáticos e estatísticos para obter conclusões significativas; vi) Conclusão - Os estudantes devem formalizar uma resposta ao problema inicial, baseando-se nos resultados da análise de dados e nas observações feitas durante o experimento. Muitas vezes, essa fase requer a mediação do professor para orientar os estudantes na reflexão sobre possíveis fontes de erro ou limitações do experimento, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos processos

investigativos (CARVALHO, 2014). A Figura 2 sintetiza as etapas da SEI de laboratório aberto.

Figura 2. Etapas da SEI de laboratório aberto.



Fonte: Elaborado com base em Carvalho (2014).

Assim sendo, cabe ao ensino de nível básico e aos professores das escolas utilizar abordagens de ensino que permitam esse tipo de ambiente investigativo. Por outro lado, cabe ao ensino superior formar professores com conhecimento e prática no uso de abordagens de ensino investigativas. “Os centros de formação de professores devem atentar para os verdadeiros anseios do seu público, necessitando, com isso, deixar de lado os modelos que se encontram obsoletos frente às necessidades da sociedade atual” (LOPES; FIREMAN; SILVA, 2021, p. 42). Contudo, pode ser que, nem todos os professores em atuação tenham tido, durante sua formação inicial, o contato, conhecimento e prática dessa abordagem de ensino e por isso evidencia-se sempre a necessidade de formação permanente por parte do professor.

Para intensificar o entendimento sobre a metodologia de ensino que versa sobre o ensino por investigação seria necessário que o poder público, se sensibilizasse com a necessidade de se oferecer formações continuadas que visem esse tipo de discussão em nossas escolas (VIDRIK; MELLO, 2019, p. 101).

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa foi compreender o uso de atividades investigativas no ensino de Química, mediante uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na última década, bem como elaborar uma sequência de ensino investigativa do tipo laboratório aberto sobre a temática de polímeros. As perguntas norteadoras desta pesquisa foram: i) Quais atividades investigativas estão sendo desenvolvidas na educação básica e superior?; ii) Em que medida o Ensino por Investigação está presente na formação de professores da área de Ciências da Natureza?

Esta pesquisa é composta deste capítulo introdutório, tecendo as principais implicações de uma abordagem investigativa na área de Ciências da Natureza, mais especificamente de Química, com vistas a atender as orientações da legislação vigente, bem como atender os ensejos sociais. No segundo capítulo, apresenta-se os procedimentos metodológicos e descreve-se minuciosamente todas as fases da RSL, bem como evidencia-se as produções de conhecimento da última década ameadas na base plataforma selecionada. No terceiro capítulo, são apresentadas as categorias e subcategorias da análise, com vistas a responder as perguntas norteadoras. No quarto capítulo são apresentadas as considerações finais. Por fim, é apresentado o apêndice, com uma SEI elaborada com a temática de polímeros, para professores e estudantes de licenciatura, com vistas a possibilitar um ambiente de ensino investigativo a fim de fomentar uma formação autônoma, criativa, crítica e cidadã dos jovens estudantes.

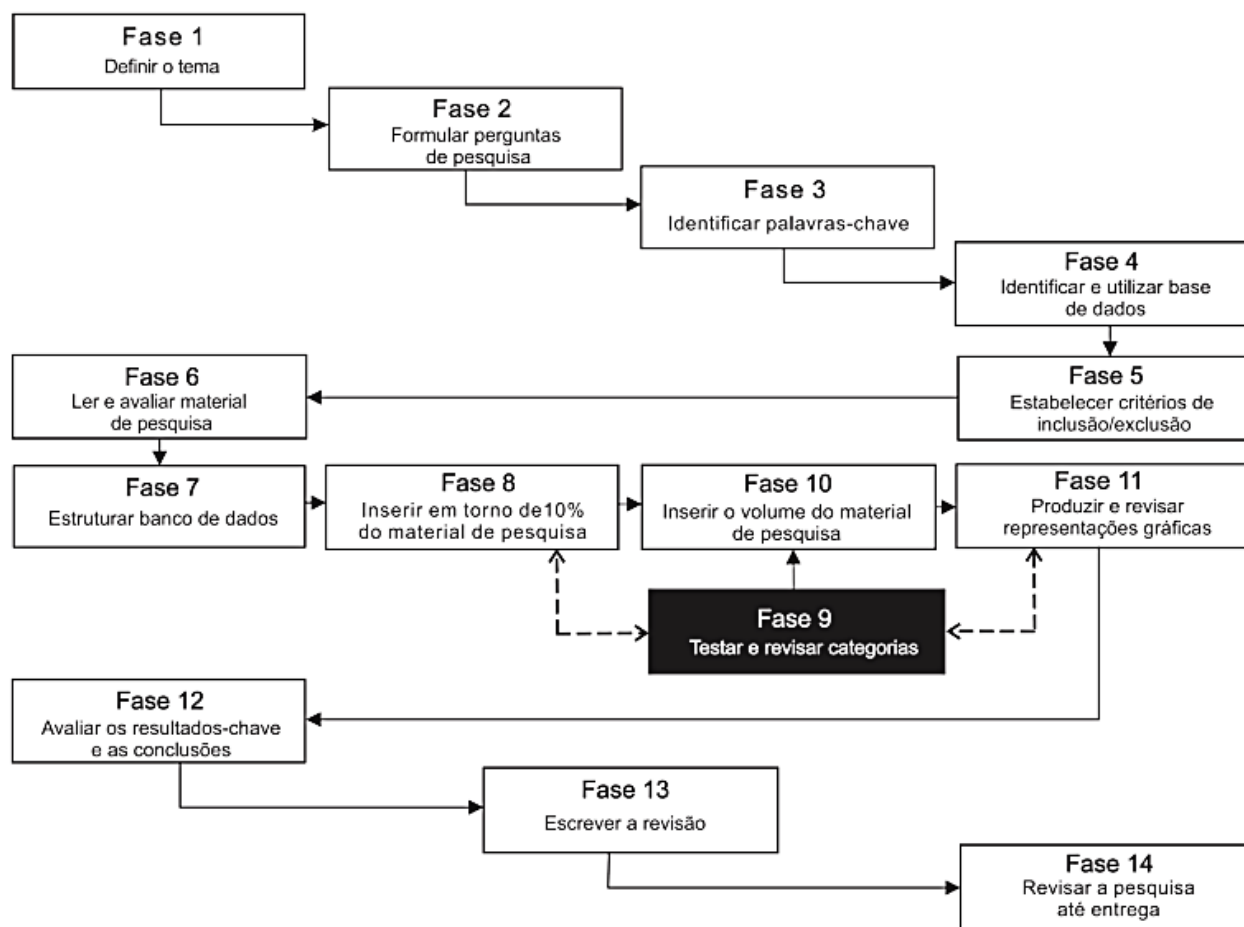
2 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Esta pesquisa tem caráter qualitativo, sendo o pesquisador responsável por construir um panorama geral sobre o contexto de estudo (GRAY, 2012). Para isso, foi desenvolvida uma revisão de literatura para construir esse panorama geral e conforme “a revisão de literatura é considerada evidência de que o estudante analisou de forma suficiente os materiais teóricos e as publicações de pesquisa como base conceitual para o estudo proposto” (STAKE, 2011, p. 118).

Em vista da natureza qualitativa da pesquisa e do uso de uma revisão de literatura, optou-se pelo método de pesquisa denominado de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) de Pickering e Byrne (2014) e adaptado por Pauletti (2018). Destaca-se que a RSL permite o mapeamento das produções de conhecimento da área pesquisada, identificando possibilidades, limites, generalizações e lacunas no campo pesquisado (PICKERING; BYRNE, 2014). De acordo com os autores, esse método permite avaliar combinações de temáticas, variáveis, locais e mapear a literatura produzida na área pesquisada. A RSL é sistemática pois utiliza procedimentos que são reprodutíveis e podem ser realizados por qualquer indivíduo, chegando a resultados similares, é também quantitativa pois aponta e quantifica onde existem ou não lacunas na temática investigada. Por fim, a RSL é estruturada porque explicita fases definidas para coleta e análise do *corpus* de pesquisa (PICKERING; BYRNE, 2014).

A Figura 3 explicita o método de RSL utilizado nesta investigação:

Figura 3. Fases da revisão sistemática de literatura.



Fonte: Pauletti (2018, p. 54).

Assim, abaixo, são descritas todas as fases da revisão realizada nesta pesquisa. A **fase um** correspondeu à definição da temática, a saber: uso de atividades investigativas na área de Ciências da Natureza. Na **fase dois**, formulou-se as perguntas norteadoras de pesquisa, as quais foram a saber: i) Quais atividades investigativas estão sendo desenvolvidas na educação básica e superior no Brasil? ii) Em que medida o Ensino por Investigação está presente na formação de professores de Ciências da Natureza? Na **fase três**, identificou-se as palavras-chave que podem ser conferidas no Quadro 1. Na **fase quatro**, definiu-se a base de dados, que foi a plataforma *EBSCO Discovery Service*. A biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) dispõe da EBSCO Discovery Service, mediante o acesso da biblioteca da UTFPR, acessando o “bibliotec” e na opção busca avançada, o usuário é direcionado para a plataforma EBSCO, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Representação da plataforma EBSCO disponibilizada pela biblioteca da UTFPR.

Fonte: Plataforma EBSCO (2024).

Em vista da escolha da plataforma, a qual possibilita uma combinação de até três palavras-chave em diferentes campos, destaca-se que as combinações de palavras-chave e seus respectivos resultados utilizados nesta busca, podem ser apreciadas no Quadro 1.

Quadro 1. Combinação de palavras-chave realizadas na RSL.

Primeira palavra-chave	Campo	Segunda palavra-chave	Campo	Resultado
Ensino de Química por investigação	Título	Química	Título	18
Ensino de Química	Título	Atividades investigativas	Resumo	9
Sequência de ensino investigativa	Sem identificar	Química	Sem identificar	26
Ensino por investigação	Título	Química	Resumo	24
Ensino de Química investigativo	Sem identificar	Educação básica	Sem identificar	19
Ensino de Química investigativo	Resumo	Educação básica	Resumo	14

Fonte: elaboração própria (2023).

Em decorrência da análise das combinações de palavras-chave mais representativas, isto é, que representam o maior universo de artigos, chegou-se ao *corpus* inicial de pesquisa explícito no Quadro 2.

Quadro 2. Combinação de palavras-chave e resultados por busca.

Combinação de palavras-chave e campo	Resultado
Ensino de Química por investigação (título) e Química (título)	17 artigos
Ensino de Química (título) e atividades investigativas (resumo)	9 artigos
Sequência de ensino investigativa (sem identificar) e Química (sem identificar)	26 artigos
Corpus inicial de pesquisa	52 artigos¹

Fonte: elaboração própria (2023).

Na **fase cinco**, estabeleceu-se os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, a saber: i) artigos voltados para a educação básica e superior; ii) artigos da área da Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia); iii) artigos que abordem o ensino por investigação/atividades investigativas/sequências de ensino investigativas. Destaca-se que na plataforma utilizada existia algumas possibilidades de filtros que foram empregados, como segue: i) artigos com texto completo; ii) período de publicação: 2012 a 2022²; iii) tipo de documento: revistas acadêmicas; e, iv) no idioma português. Assim sendo, chegou-se a um *corpus* final de pesquisa apresentado no Quadro 3.

Quadro 3. Resultado da combinação de palavras-chave.

Combinação de palavras-chave e campo	Resultado
Ensino de Química por investigação (título) e Química (título)	10 artigos
Ensino de Química (título) e atividades investigativas (resumo)	4 artigos
Sequência de ensino investigativa (sem identificar) e química (sem identificar)	14 artigos
Corpus final de pesquisa	28 artigos

Fonte: elaboração própria (2023).

¹ Dentre os 52 artigos do *Corpus* inicial de pesquisa existem alguns que se repetiram, estes foram considerados dentro da combinação de palavras-chave que apresentou resultado mais expressivo.

² É importante destacar que esta pesquisa se iniciou em 2023, por isso a data limite de 2022 foi a estabelecida, a fim de ser possível a análise do *corpus* de pesquisa.

Na **fase seis**, com a definição do *corpus* final de análise, haja vista a aplicação dos critérios de inclusão/exclusão, procedeu-se na leitura e avaliação do material de pesquisa. Na **fase sete**, estruturou-se o banco de dados contemplando todo o *corpus* de análise numa planilha, a qual é representada pelo quadro abaixo.

Quadro 4. Descrição do *corpus* final de análise (continua).

Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação	Revista acadêmica
Elaboração de um e-book baseado no ensino por investigação	Vinicius Augusto de Melo Gomes, Paula Cavalcante Monteiro, Alex Sandro de Medeiros	2021	SEI-SICITE
Ensino por investigação em aulas de química: construindo a argumentação através da problemática “por que as bananas escurecem?”	Ercila Pinto Monteiro, Renan Martins Libório, Yana Barbara da Silva Teixeira, Marcela da Silva Nascimento	2022	Revista Insignare Scientia (RIS)
O ensino por investigação através da “horta na escola” como ferramenta de ensino e aprendizagem de bioquímica e química dos alimentos	Maiara Ingrid Cavalcante Queiroz, André Gustavo Ribeiro Mendonça, Ana Catarina Rezende Leite	2021	Revista de Ensino de Bioquímica
Cinética Química E Ensino Por Investigação: Um Estudo Com Estudantes Do 9º Ano Do Ensino Fundamental	Jozélio Agostinho Lopes, Elton Casado Fireman, Monique Gabriella Angelo da Silva	2022	Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM)
O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica	Rita de Cássia Suart, Maria Eunice Ribeiro Marcondes	2018	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências
Ensino por investigação e cinética química: desafios e possibilidades	Jozélio Agostinho Lopes, Elton Casado Fireman, Monique Gabriella Angelo da Silva	2021	Debates em Educação
Ensino de química por investigação: concepções de estudantes de uma escola pública do estado de mato grosso	Taiana Paula Streck Vendruscolo, Marcilene Alves de Souza Castrillon, Oalas Aparecido Moraes Dos Santos	2019	Revista Prática Docente

Quadro 4. Descrição do *corpus* final de análise (continua).

Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação	Revista acadêmica
Análise dos trabalhos relacionados ao ensino de ciências por investigação publicados nos anais dos encontros nacionais de ensino de química entre os anos de 2006 e 2016	Mateus José dos Santos, Vinícius Catão De Assis Souza	2018	Educação em Química
Investigando as contribuições de uma proposta formativa visando a perspectiva do ensino por investigação no ensino médio de química	Rita De Cássia Suart, José Bento Suart Júnior, Josefina Aparecida Souza, Paulo Ricardo Silva	2018	Revista Tecnê, Episteme y Didaxis
Contribuições da abordagem didática de ensino por investigação para a aprendizagem de reações químicas	Marcela Karolinny da Silva Costa, Eliemerson de Souza Sales	2018	Revista Vivências em Ensino de Ciências
O ensino de ciências por investigação: uma proposta de sequência didática para auxiliar no desenvolvimento de conteúdos de química para alunos do sexto ano	Vívian Helene Diniz Araújo, Juliana Cristina Tristão, Leandro José Dos Santos	2021	Pesquisa e Debate em Educação
Atividades investigativas para o ensino de química e de outras ciências em uma turma de licenciandos(as) de várias áreas: reflexões sobre uma experiência formativa	Célio da Silveira Júnior	2021	Scientia Naturalis
Atividades investigativas de química nos anos iniciais do ensino fundamental: a extensão universitária como espaço de formação continuada	Giovanni Scataglia Botelho Paz, Erika Reyes Molina, Rafael Pasini Rovay, Fabiola Ferreira Barbosa, Solange Wagner Locatelli	2019	Interfaces - Revista de Extensão da UFMG, Belo Horizonte
Experimentação na perspectiva investigativa no ensino de Química: construindo conhecimento por meio da indagação	Nathália Barra Viana, Pablo Souza de Sá, Clintia Cardoso Portilho, Yasmin Santos de Azevedo, Steven Souza Paes, Luely Oliveira da Silva	2020	Brazilian Applied Science Review
Construção do experiment@: um guia didático com atividades experimentais investigativas para o ensino de química, a partir de reflexões docentes	Elisandra Chastel Francischini Vidrik, Irene Cristina de Mello	2019	Scientia Naturalis

Quadro 4. Descrição do *corpus* final de análise (continua).

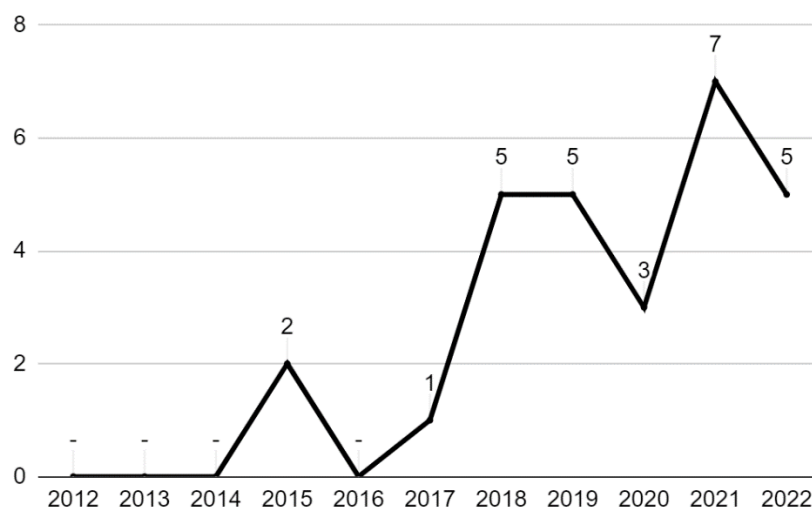
Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação	Revista acadêmica
Laboratórios on-line em aulas de física no ensino médio: proposta de uso em sequências didáticas investigativas	Juarez Bento Silva, Simone Meister Sommer Bilessimo, Ladislei Marques Felipe Castro, Schirley Aparecida de Alano Scheffer	2021	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Sequências de ensino investigativas envolvendo CTSA: a biomassa como tema gerador do processo de aprendizagem de conceitos químicos	Prislaine Pupolin Magalhães, Rebeca Castro Bighetti, Alexandre de Oliveira Legendre, Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani	2020	Revista Brasileira de Ensino Ciência e Tecnologia
Misturação: uma atividade investigativa sobre misturas de substâncias no ensino fundamental	Iara Dias de Santana, Dianne Michelle Alves da Silva Nuven, Darlan Quinta de Brito	2022	Physicae Organum
A prática experimental: extração de DNA aplicada ao ensino básico	Simone Souza Fagundes, Carla Neves do Nascimento, Darlan Quinta de Brito, Alice Melo Ribeiro	2022	Physicae Organum
Experimentação investigativa: aprendizagem de conceitos químicos através da montagem parcial de uma estação de tratamento de água	Hebert Freitas dos Santos, Carmem Lucia Costa Amaral	2019	Scientia Naturalis
Tudo se transforma: uma abordagem Investigativa para o ensino de Transformações químicas	Amanda Peres de Melo, Marcos Rogério Martins Costa, Marcello Ferreira, Khalil Oliveira Portugal, Olavo Leopoldino Da Silva Filho	2022	Physicae Organum
Análise de potencialidades e desafios de uma sequência didática CTS com enfoque investigativo para o ensino de química: tema sociocientífico “água- medição de pH”	Maria do Carmo de Castro, Pedro Miranda Junior	2019	Indagatio Didactica
O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de química	Ademir de Souza Pereira, Jaqueline Pereira Viturino, Alice Assis	2017	Educação Química em Ponto de Vista
Explorando conceitos da termodinâmica através de uma proposta investigativa	José Alves Mendes Júnior, Everaldo Sebastião da Silva, Augusto César Lima Moreira	2018	Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM)

Quadro 4. Descrição do *corpus* final de análise (conclusão).

Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação	Revista acadêmica
Análise da produção científica nacional sobre sequências didáticas investigativas utilizadas para ensinar química (2016-2021)	Valéria Aparecida Lanzoni Zanetoni, Marcelo Franco Leão	2020	REnCiMa
Ensino de ciências por investigação em ciências biológicas: revisão sistemática de literatura em artigos de periódicos nacionais classificados no qualis	Keila Padilha de Oliveira Camargo de Lima, Paulo Antônio Cypriano Pereira, João Paulo Camargo de Lima	2021	REnCiMa
Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente	Mayara de Souza Miranda, Rita de Cássia Suart, Maria Eunice Ribeiro Marcondes	2015	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências
Uma análise do desenvolvimento de sequências de aulas por licenciandas de química ao longo de um processo de reflexão orientada	Rita de Cássia Suart, Camila Marra Abras, Débora da Silva Maculan, Jackeline Rafaela Pedroso, Lívia Maria Ribeiro Rosa, Mayara de Silva Miranda, Rodrigo Antônio Bernardo, Maria Eunice Ribeiro Marcondes	2015	Investigações em Ensino de Ciências

Fonte: elaboração própria (2023).

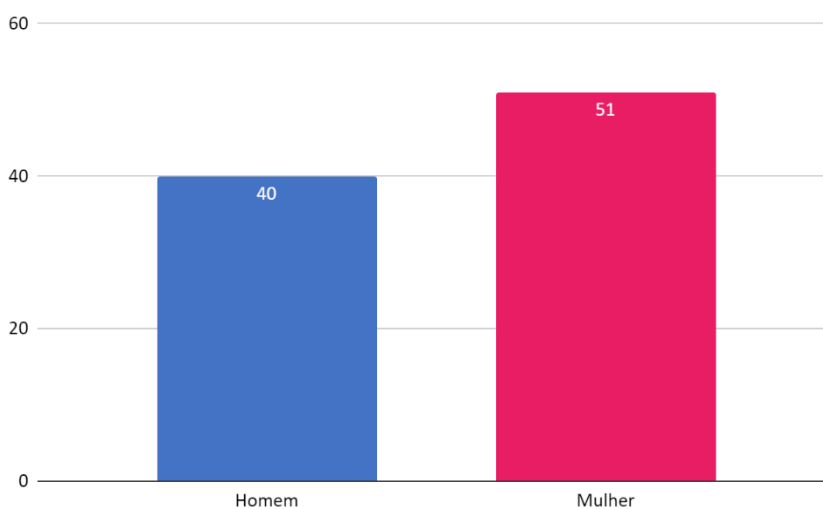
Destaca-se que o período de busca na EBSCO Discovery Service foi durante o mês de maio de 2023. Na posse do *corpus* final de pesquisa realizou-se a leitura dos artigos na íntegra. Na sequência as fases **oito**, **nove** e **dez**, foram desenvolvidas culminando com as categorias sendo testadas e revisadas, perante cuidadosa leitura e revisão dos critérios estabelecidos, em decorrência da redução do material de pesquisa conforme previsto pelos autores. Na **fase onze**, produziu-se representações gráficas indicando a periodicidade das publicações, o sexo biológico dos autores, regiões onde estão localizadas as publicações (Gráficos 1, 2 e 3) e a quantidade de autores por instituição (Quadro 5).

Gráfico 1. Periodicidade dos artigos constituintes desse *corpus* de pesquisa.

Fonte: elaboração própria (2023).

É possível observar no Gráfico 1 que a primeira publicação (artigo) ocorreu em 2015, haja vista que o período das buscas correspondeu à última década, no período de 2012 a 2014 não foi encontrado nenhum artigo completo publicado em revista acadêmica na plataforma selecionada. Também, é possível perceber a ascendência da produção de conhecimento sobre o tema a partir de 2018.

No que se refere o sexo biológico dos autores, dos 28 artigos analisados é possível perceber que 40 autores são do sexo biológico masculino, enquanto 51 autores são do sexo biológico feminino, conforme representado no Gráfico 2.

Gráfico 2. Sexo biológico dos autores do *corpus* dessa pesquisa.

Fonte: elaboração própria (2023).

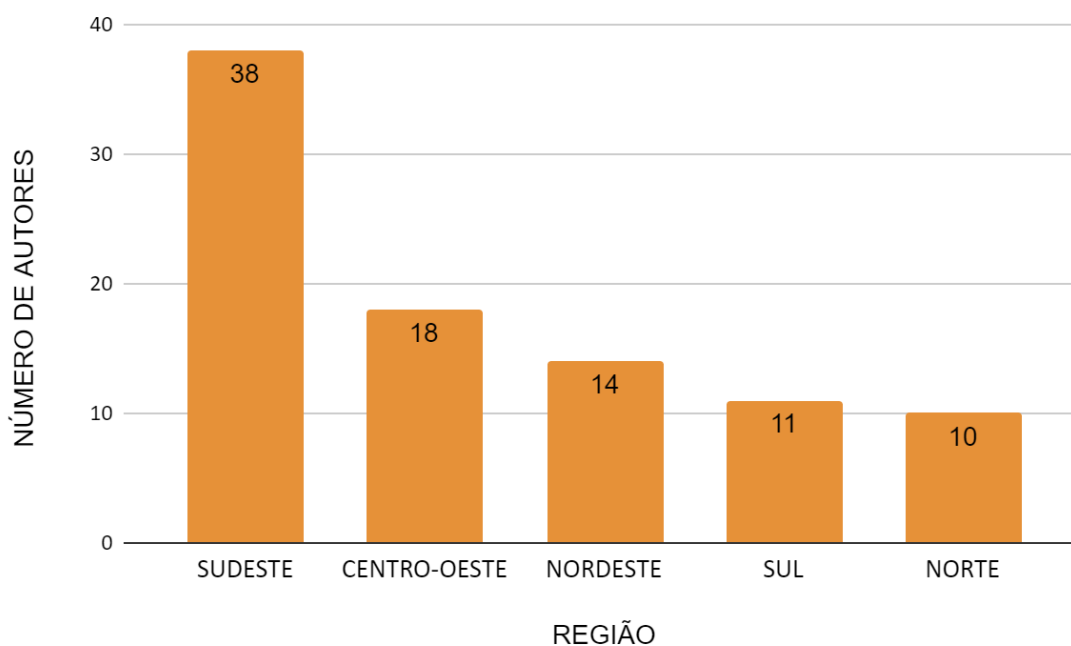
É importante destacar que os autores citados acima, encontra-se distribuídos em diversas instituições de ensino e secretaria de educação no país. O Quadro 5 explicita esses dados.

Quadro 5. Quantidade de autores por instituição

Instituição	Quantidade de autores
UFLA	12
UNB	9
UFAL	8
UNESP	7
UTFPR	5
USP	5
UEPA	5
UFV	5
UFPE	5
UFABC	5
UFAM	4
UFSC	3
UNEMAT	2
IFMT	2
UFMG	1
UEL	1
UFGD	1
IFSP	1
UFRPE	1
UFMT	1
IFPR	1
Universidade Cruzeiro do Sul	1
Secretaria de Estado de Educação/ 4ªURE	1
Escola de Educação Básica Rubens de Arruda Ramos	1
Secretaria Estadual de Educação de Goiás	1
Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)	1
Secretaria Estadual de Educação (SED/MS/Brasil)	1
E.E. Dr. Rui Rodrigues Dória	1

Fonte: elaboração própria (2024).

Dentre as instituições referentes às publicações do Corpus de análise, o Gráfico 3 aponta as regiões em que estão localizados os autores responsáveis pelas pesquisas.

Gráfico 3. Número de autores por região.

Fonte: elaboração própria (2024).

Na **fase doze**, analisou-se os resultados e as conclusões desta revisão. Na **fase treze**, iniciou-se a escrita de toda a revisão. Na **fase quatorze**, realizou-se uma revisão geral de todas as fases antecedentes da revisão aqui apresentada.

Nesse sentido no próximo tópico apresenta-se as categorias desta RSL decorrentes das seguintes perguntas (fase dois): Atividades investigativas na educação básica e superior: algumas possibilidades e desafios; Ensino por Investigação na formação de professores de Ciências.

3 CATEGORIAS DE ANÁLISE

Neste capítulo serão apresentadas as categorias decorrentes da análise do *corpus* de pesquisa as quais são: i) Atividades investigativas na educação básica e superior: algumas possibilidades e desafios; ii) Ensino por Investigação na formação de professores de Ciências da Natureza.

3.1 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR: ALGUMAS POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Essa categoria demonstra as principais atividades investigativas que estão sendo desenvolvidas na educação, em nível básico e superior, bem como as possibilidades do uso do Ensino por Investigação, isto é, mediante as aulas de componentes curriculares da área de Ciências da Natureza, que propiciam uma formação autônoma, crítica e favorecem a argumentação dos estudantes. Existem duas subcategorias, sendo que na primeira são ressaltadas as experimentações investigativas no ensino em contraponto de uma experimentação com viés de comprovação da teoria. Na segunda subcategoria, são indicados alguns desafios ao uso do Ensino por Investigação.

Ensinar por investigação é uma forma de “possibilitar o desenvolvimento de atividades que vão ao encontro de uma formação que valoriza o efetivo engajamento dos estudantes e promova diálogos constantes com o contexto em que eles se encontram inseridos” (SANTOS; SOUZA 2018, p. 52). Miranda, Suart e Marcondes (2015) ressaltam que o professor deve assumir uma conduta de mediador do conhecimento, sendo esta, tarefa essencial para o desenvolvimento de habilidades nos estudantes. De acordo com um trabalho de Miranda, Suart e Marcondes (2015) que analisaram os níveis investigativos de uma sequência didática que foram desenvolvidos durante aulas de Química elaboradas e ministradas por uma licencianda para estudantes do Ensino Médio, os autores indicaram que:

A licencianda, em todas as fases do experimento interage com os alunos, a fim de permitir que eles investiguem os acontecimentos de modo a construírem seus próprios conhecimentos acerca dos conceitos trabalhados,

desenvolvendo assim uma aula com características investigativas (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015, p. 572).

Ressaltado novamente por Suart *et al.* (2018, p. 2): “essa abordagem parece contribuir de forma mais efetiva para a formação mais crítica e cidadã dos estudantes”.

Destaca-se que o professor ao utilizar o Ensino por Investigação, não implicará necessariamente em um processo linear e uniforme, pois existe um contexto a ser levado em consideração, o que poderá implicar em variações entre as fases de uma SEI, como já destacado por Carvalho (2013). Vale destacar que “algumas fases da investigação podem incluir vários segmentos, mas todas as fases do processo de aprendizagem por investigação estão intimamente ligadas entre si [...]” (SILVA *et al.* 2021. p. 1489).

De acordo com o *corpus* de pesquisa desta investigação, percebe-se que as sequências de ensino investigativas estão presentes, tanto na educação superior, quanto na educação básica.

Experiências resultantes do uso do Ensino por Investigação na **educação básica**, podem ser encontradas nos trabalhos a seguir (MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015; COSTA; SALES, 2018; VENDRUSCOLO; CASTRILLON; SANTOS 2018; CASTRO; MIRANDA, JUNIOR, 2019; SANTOS; AMARAL, 2019; MAGALHÃES *et al.*, 2020; ARAÚJO; TRISTÃO; SANTOS, 2021; QUEIROZ; MENDONÇA; LEITE, 2021; SILVA; *et al.*, 2021; LOPES; FIREMAN; SILVA, 2022; MELO; *et al.*, 2022).

Na educação básica o uso das SEI é descrito por Queiroz, Mendonça e Leite (2021) onde foi empregada uma sequência para o ensino de Bioquímica e Química de Alimentos.

[...] os debates e o processo da preparação do solo até o plantio das hortaliças mostraram-se muito importantes para a comunicação e desenvolvimento do senso argumentativo, favorecendo a evolução de habilidades e competências necessárias para a compreensão do conteúdo, bem como o impacto no seu meio social (QUEIROZ; MENDONÇA; LEITE, 2021, p. 37).

Os autores Costa e Sales (2018) em seu trabalho com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, puderam analisar a contribuição de uma sequência de ensino investigativo para ensinar o conteúdo de Reações Químicas. De início foi possível perceber que os estudantes tinham bastante dificuldades com os conceitos científicos, porém com o desenrolar da sequência investigativa, eles começaram a levantar

hipóteses e propor maneiras de resolver o problema proposto pelo professor. Ao término da SEI, os autores apontam que os estudantes já apresentavam mudança na linguagem, sendo a observação, o registro e a troca de ideias, elementos essenciais do fazer científico.

[...] o uso da SEI contribui de maneira significativa na construção do conhecimento científico e na evolução conceitual por parte dos estudantes. [...] os estudantes foram capazes de trabalhar em conjunto, participando da distribuição de tarefas e do cumprimento dos objetivos propostos nesse estudo, compartilhando os resultados com os outros colegas da classe, respeitando e comparando as ideias opostas, aproximando-se dessa maneira do fazer científico (COSTA; SALES, 2018, p. 159).

A partir disso o Ensino por Investigação é considerado uma abordagem positiva no trabalho desenvolvido por Magalhães *et al.* (2020, p. 295): “podemos observar que a SEI abarcou conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, e que o estudante desempenhou um papel ativo na construção do conhecimento”. Essa mesma percepção foi relatada no trabalho de Santana, Nuven e Brito (2022, p. 217):

Com a SEI foi possível evidenciar os conhecimentos empíricos que foram internalizados pelos estudantes acerca dos tipos de misturas de substâncias homogêneas e heterogêneas e dar um melhor direcionamento às atividades desenvolvidas para auxiliá-los na ressignificação do conhecimento.

Dentre o *corpus* de análise, foi possível observar a SEI desenvolvida, inclusive, de forma remota, mostrando-se possível também o uso dessa abordagem no ensino a distância. Os autores Silva *et al.* (2021, p. 1505), utilizaram laboratórios on-line para ensinar conceitos da Física para estudantes do ensino médio de uma escola pública. Os autores pontuaram: “os laboratórios on-line permitem estender não só a sala de aula, como também a escola, uma vez que não limitam estes processos ao tempo e ao espaço da sala de aula”. Em razão da pandemia de Covid-19, Melo; *et al.* (2022), também aplicaram uma SEI de forma remota, com estudantes do 7º ano do ensino fundamental, para ensinar o conteúdo de Transformações Químicas. Os autores avaliam de modo positivo o uso do ensino investigativo, tanto nas aulas presenciais quanto virtuais e apesar de terem pontos a melhorar, relativos ao desenvolvimento da SEI, eles apontam como uma abordagem de ensino que pode contribuir no desenvolvimento de habilidades de argumentação dos estudantes. “A metodologia adotada proporcionou a aprendizagem significativa sobre o tema, promovendo que os alunos que participaram da sequência conseguissem expor

argumentos, discutir hipóteses e compreender os principais conceitos acerca do conteúdo trabalhado” (MELO et al., 2022, p. 283).

Observou-se também o uso da SEI atrelada à educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no trabalho proposto por Castro e Miranda Junior (2019), desenvolvido com estudantes do 2º ano do ensino médio. Segundo esses autores, é possível perceber a associação entre discussão, reflexão, crítica e posicionamento diante de temas de relevância social, filosófica, ambiental, política e científica, através da abordagem investigativa por meio de resolução de problemas, experimentação, do fazer ciência e a produção de conhecimento. “Essas discussões possibilitam uma imersão do sujeito frente a seus direitos e obrigações, estimulando uma postura crítica de onde e como vivem, principalmente na busca de soluções para transformar a realidade para melhor” (CASTRO; MIRANDA, JUNIOR, 2019, p. 812). Ainda conforme esses autores, vale destacar o impacto positivo do desenvolvimento dessa sequência na construção da argumentação vivida pelos estudantes, haja visto que “por meio do debate foi possível fazer relações de causa e efeito, fomentar o pensamento crítico, despertar a consciência ambiental e trabalhar valores. Ficou evidente que esse momento propiciou ampliação do pensamento crítico e a formação de valores [...]” (CASTRO; MIRANDA, JUNIOR, 2019, p. 815).

Nos trabalhos analisados é notória a importância da argumentação no desenvolvimento das SEI, como pode ser evidenciado por Vidrik e Mello (2019, p. 101) “o fato do aluno criticar ou refutar a ideia de um colega contribui e enriquece para a atribuição e aquisição de conhecimentos, tendo como ponto crucial a construção do conhecimento”. Já Santana, Nuven e Brito (2022, p. 229) destacam sobre os estudantes que “ao serem instigados a elaborar hipóteses em cada etapa da experimentação e as confrontarem com as evidências observadas, eles desenvolveram as habilidades e argumentos científicos trabalhados em conjunto com os demais colegas”. Por fim, corroborando com elementos em torno do desenvolvimento da argumentação em decorrência de ensinar mediante uma SEI Zanetoni e Leão (2022, p. 21) relatam que “[...] como recurso de ensino proposto de forma investigativa [...], desenvolve o poder da argumentação e de tomada de decisões para além de uma formação escolar [...]”.

Já na **educação superior** percebe-se que existem algumas pesquisas decorrentes de atividades de ensino que empregam o Ensino por Investigação (MENDES, JÚNIOR; SILVA; MOREIRA, 2018; SUART; *et al.* 2018; SUART; MARCONDES, 2018; MONTEIRO; *et al.* 2018; GOMES; MONTEIRO; MEDEIROS, 2021; LOPES; FIREMAN; SILVA, 2021). No que se refere a área de Ciências da Natureza, o *corpus* dessa pesquisa indica que a Química é a componente curricular que mais apresentou artigos.

Os autores Santos e Souza (2018, p. 63) evidenciam que “há uma discussão ainda tímida sobre tal proposta nas disciplinas didático-pedagógicas e que tais discussões estão longe de ir ao encontro dos demais componentes curriculares presentes nos cursos de formação inicial”. Suart *et al.* (2018) propuseram à licenciandos do PIBID-Química, ações investigativas para implementar o Ensino por Investigação, na qual os licenciandos analisaram e propuseram uma atividade experimental, refletindo sobre uma proposta que valoriza o senso investigativo e argumentativo, compreendendo assim, os principais elementos pedagógicos necessários em uma abordagem investigativa. Segundo os autores o Ensino por Investigação “mostra-se uma poderosa ferramenta formativa, sedimentando as principais discussões sobre os aspectos pedagógicos desta perspectiva metodológica” (SUART *et al.*, 2018, p. 6).

Lopes, Fireman e Silva (2021, p. 61), também destacaram o êxito ao utilizar tal abordagem investigativa, promovendo o estudo de Cinética Química com uma turma de licenciandos:

[...] por meio dessa abordagem metodológica foi possível favorecer aspectos acerca da ocorrência das transformações químicas através de materiais do dia a dia, uma vez que tais enfoques possibilitaram investigar de que forma a temperatura, a superfície de contato e a concentração podem ou não acelerar a velocidade com a qual uma reação química ocorre.

A favor do uso desta abordagem de ensino e obtendo resultados satisfatórios têm-se os autores Monteiro *et al.* (2022, p. 506) que atestaram que “o ensino por investigação possibilitou construir em sala efetivas aprendizagens que devem ser consideradas pelos professores de Química”.

A seguir será abordado uma subcategoria que exprime alguns trabalhos que versam sobre o uso da investigação nas aulas experimentais. Em vista da

necessidade da utilização de estratégias de ensino apontadas no início desta pesquisa, é que esta subcategoria se justifica.

3.1.1 Experimentação investigativa no ensino

Nesta subcategoria será abordada a experimentação no ensino de componentes curriculares das Ciências da Natureza de modo investigativo. Destaca-se que no uso do Ensino por Investigação, não é imperativo a utilização de um experimento para ser investigativo. De acordo com Miranda, Suart e Marcondes (2015, p. 560-1): “é importante ressaltar que, ao contrário do que muitos professores pensam, uma atividade investigativa não precisa necessariamente conter uma atividade experimental ou ocorrer em laboratórios de Ciências”.

Alguns autores ressaltam a importância da experimentação investigativa no ensino de Química (PEREIRA; VITURINO; ASSIS, 2017; CASTRO; MIRANDA, JUNIOR, 2019; SANTOS; AMARAL, 2019; VIDRIK; MELLO, 2019; VENDRUSCOLO; CASTRILLON; SANTOS, 2019; MAGALHÃES *et al.* 2020; VIANA *et al.* 2020; SILVA; *et al.* 2021; FAGUNDES; *et al.* 2022).

Para Castro e Miranda, Junior (2019, p. 810):

Sendo a Química uma ciência experimental, é praticamente impossível entendê-la sem que em algum momento seu ensino passe por atividades experimentais. A própria essência da Química revela a importância de introduzir este tipo de atividade, pois é uma ciência que se relaciona e interfere diretamente na natureza e consequentemente na sociedade.

Corroboram com essa perspectiva Silva *et al.* (2021, p. 1484):

Deve-se ter em conta que a atividade experimental faz muito mais do que apoiar aulas teóricas em qualquer área do conhecimento. Seu papel é muito importante, pois desperta e desenvolve a curiosidade dos alunos, ajudando-os a resolver problemas e a explicar e entender os fenômenos com os quais interagem no dia a dia.

Evidencia-se que é de suma importância que o ensino de Química praticado nas instituições de ensino esteja estreitamente relacionado ao cotidiano dos aprendizes (CASTRO; MIRANDA, JUNIOR, 2019).

Vendruscolo, Castrillon e Santos (2019, p. 615), por exemplo, indicam que “por meio da realização de experimentos é possível, didaticamente, despertar a

curiosidade dos alunos e, conseqüentemente, torná-los mais interessados em estudar os conteúdos de Química”. Os autores também ressaltam as vantagens de a experimentação desenvolvida ser de caráter investigativo, pois apenas o fato de a aula ser prática não a torna investigativa, um roteiro pronto com resultados esperados não favorece ao estudante desenvolver a argumentação.

Nesse sentido, ressalta-se que a experimentação como ferramenta didática não deve ser do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco parecer que o conhecimento seja construído pela mera observação (VENDRUSCOLO; CASTRILLON; SANTOS, 2019, p. 615, grifo dos autores).

Esse elemento abordado pelos autores é de suma importância, sobremaneira pelo fato da Química ser uma ciência experimental e visual mediante as transformações químicas em nível macroscópico (no laboratório) e em nível microscópico (mediante *softwares* ou plataformas digitais), bem como pelo nível simbólico mediante equações químicas, símbolos, gráficos e fórmulas, dentre outras, sendo estas condições para a aprendizagem deste componente curricular. Logo, as aulas de abordagens convencionais que usualmente utilizam a experimentação apenas como uma forma de comprovação da teoria, não são e não devem ser consideradas investigativas. A ideia de que uma experimentação mais simples, pode contribuir com a aprendizagem dos estudantes ainda é muito forte entre os professores. Neste caso Vidrik e Mello (2019, p. 92) fazem um alerta: “atividades experimentais sem a perspectiva da investigação, por muitas vezes, mostram que os alunos nem ao menos conseguem se lembrar sobre o que foi desenvolvido ou quais foram os conceitos envolvidos na atividade experimental proposta.” Quando isso ocorre, os estudantes não são capazes de atribuir significado ao conceito ensinado. “[...] Não se dá uma “receita de bolo” para estudantes que apenas seguem o que está escrito no roteiro, contudo ele é o responsável pelo processo e fazendo parte do processo” (VIANA *et al.* 2020, p. 883, grifo dos autores).

É imperativo que para uma atividade experimental ser investigativa, ela parta de um problema elaborado pelo professor com vistas a resolução por parte dos estudantes, que em grupo e munidos do material didático, seja experimental ou não, terão condições de resolver. Ainda, com a orientação do professor nesta etapa de resolução, os estudantes vão testando hipóteses, levantando e analisando dados e desenvolvendo um plano de trabalho, que no geral é planejado pelos próprios

estudantes. Isso se caracteriza com o nível da atividade investigativa proposta pelo professor e como Carvalho (2013, p. 13) ensina sobre a passagem da ação manipulativa para o desenvolvimento intelectual dos estudantes “[...] precisa ser feita, agora com a ajuda do professor, quando este leva o aluno, através de uma série de pequenas questões a tomar consciência de como resolveu o problema e porque ele deu certo, ou seja, de suas próprias ações”.

Nessa esteira, o desenvolvimento da argumentação pelos estudantes por meio das atividades práticas investigativas é enfatizado por Lima, Pereira e Lima (2021, p. 3): “atividades de práticas investigativas são ferramentas para formar um estudante crítico para refletir e argumentar.”

Todavia, antes do professor propor uma atividade experimental, é preciso analisar o contexto escolar, as possibilidades de sua aplicação, além de “estar ciente de que as habilidades e competências dos alunos em realizar atividades numa perspectiva investigativa não são desenvolvidas imediatamente e cabe ao professor propor esse ambiente em sala de aula” (PEREIRA; VITURINO; ASSIS, 2017, p. 146).

De acordo com Viana *et al.* (2020) a experimentação investigativa é uma abordagem de ensino válida para facilitar o entendimento do aluno acerca dos assuntos abordados nas práticas, haja visto que os autores comprovam que:

[...] a experimentação investigativa se tornou uma ferramenta metodológica facilitadora para que os alunos pudessem entender melhor os conceitos químicos por trás da prática, além de torná-los mais críticos, haja vista que houveram inúmeras perguntas, sugestões e participações. E ainda, com as aulas práticas investigativas notou-se a superação das dificuldades em compreender os conteúdos abordados, comprovando que esta abordagem é viável e possui extrema importância para o ensino [...] (VIANA *et al.*, p. 887-8).

Fagundes *et al.* (2022, p. 244) conseguiram atingir objetivos semelhantes usando a experimentação investigativa no ensino de Biologia Celular, pois conforme os autores: “com a aplicação da atividade de investigação proposta nas aulas de Biologia, os objetivos foram alcançados visto o bom desempenho, o maior interesse, a participação, e a integração do aluno com o que foi proposto”.

Destaca que em aulas experimentais investigativas, o professor deve ser o mediador do processo, dando autonomia ao estudante para que este possa ser capaz de construir o conhecimento científico. “Quando o aluno é inserido em situações de caráter investigativo [...], atuando como protagonista, e seu meio é levado em

consideração nas discussões promovidas no âmbito escolar, a aprendizagem é facilitada”. (LOPES; FIREMAN; SILVA, 2022, p. 200).

É possível observar essa perspectiva em outros trabalhos (PEREIRA; VITURINO; ASSIS, 2017; MENDES, JÚNIOR; SILVA; MOREIRA, 2018; VIDRIK; MELLO, 2019; VIANA; *et al.* 2020; ARAÚJO, TRISTÃO; SANTOS, 2021; GOMES; MONTEIRO; MEDEIROS, 2021; MONTEIRO, *et al.* 2022; SANTANA; NUVEN; BRITO, 2022). Mendes, Júnior, Silva e Moreira (2018, p. 120), ressaltam que as “atividades experimentais dentro de uma proposta investigativa são poderosas ferramentas para gerar conflitos cognitivos” e “quando o estudante se depara com o fenômeno agora expresso por meio de outro arranjo experimental, ele ajusta os conceitos presentes em sua estrutura cognitiva de forma a adaptar uma explicação para cada situação”.

As aulas experimentais investigativas, propiciam também a autonomia aos estudantes, na medida que em grupos terão que resolver o problema proposto, tomar decisões, levantar evidências e hipótese e testá-las. No geral as SEI são ambientes que tornam os estudantes participativos e responsáveis pelo processo de ensino e de aprendizagem. “A sequência foi construída de modo a valorizar o debate entre os alunos, as suas ideias prévias e as abordagens investigativas” (ARAÚJO; TRISTÃO; SANTOS, 2021, p. 6).

A SEI proposta, coloca o aluno no centro. Sendo assim, incentivar, motivar e instigar o estudante a resolver os problemas propostos pelo professor faz do aluno o sujeito ativo no processo do desenvolvimento de seu conhecimento científico, a partir da contextualização dos assuntos a serem trabalhados (SANTANA; NUVEN; BRITO, 2022, p. 229).

“Nesse sentido, o aluno tem a oportunidade de realizar um processo de aprendizagem mais autônomo e eficaz, não por intermédio de respostas prontas, mas pela resolução de problemas” (GOMES; MONTEIRO; MEDEIROS, 2021, p. 5). Esses relatos indicam o potencial das atividades investigativas, experimentais ou não, em desenvolver jovens protagonistas. Para Monteiro *et al.* (2022, p. 521) “[...] cabe destacar o papel imprescindível do ensino por investigação na construção de argumentos científicos, ressignificando a sala de aula, principalmente, no que se refere a tratar o aluno como sujeito da aprendizagem e não mais como objeto”.

Em síntese, Santos e Amaral (2019, p. 294) apontam que a adoção de experimentos com caráter investigativo é fundamental para que o estudante atribua

sentido maior à ciência e a tudo que ela está envolvida. “A adoção de experimentações com caráter investigativo promove uma interação maior com o conteúdo e desperta a curiosidade do aluno e faz com que o mesmo associe fatos do seu dia a dia na resolução de um problema”.

3.1.2 Desafios enfrentados no uso do Ensino por Investigação

Esta subcategoria apresenta alguns desafios enfrentados no uso da abordagem de Ensino por Investigação, conforme alguns pesquisadores apontam (CASTRO; MIRANDA, JUNIOR 2019; PAZ *et al.*, 2019; VIDRIK; MELLO, 2019; QUEIROZ; MENDONÇA; LEITE, 2021; SILVA *et al.*, 2021; MELO *et al.*, 2022; ZANETONI; LEÃO, 2022).

Referindo-se ao ensino de Química os desafios encontrados são principalmente em relação à formação docente, onde o ensino é abordado de forma idealizada, não levando em consideração o contexto real da situação. “Ressaltamos ainda que os momentos e as propostas de formação para professores não podem ser pensados a partir de contextos generalizados e idealizados. É necessário focalizar os desafios de uma prática docente real” (PAZ *et al.*, 2019, p. 203). Indica-se muito em mudar a abordagem de ensino, dar espaço para as aulas experimentais, no entanto, traçar um novo caminho exige do professor um planejamento e capacitação adequada para tal. Ou seja, é preciso ter clareza de que simplesmente inserir uma atividade experimental apenas para diversificar a aula teórica não trará benefícios se essa não for planejada e executada levando em consideração uma estratégia de ensino. “Ressaltamos que quando o professor tem o pensamento que pode comprovar a teoria na prática, esse deve ser considerado como um ponto de reflexão, pois, pode ser uma fragilidade do curso de licenciatura” (VIDRIK; MELLO, 2019, p.97).

A falta de tempo para planejamento e execução de atividades, bem como a sobrecarga de trabalho, também foi um dos desafios apontado por Castro e Miranda, Junior (2019, p. 818):

A falta de tempo é um problema para professores da educação básica, que têm carga horária excessiva de trabalho dentro e fora de sala de aula, e, em alguns casos, em mais de dois turnos de trabalho ao dia. Os desafios no uso

desta abordagem não devem restringir o trabalho do professor em sala de aula, uma vez que as potencialidades superam os desafios, e estes podem ser transformados em oportunidades para aprendizagem e para formação cidadã dos estudantes.

Independentemente de existirem desafios no uso da abordagem de ensino investigativa, Queiroz, Mendonça e Leite (2021), consideram que o seu uso complementa o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes acerca dos conteúdos estudados.

No que tange o desenvolvimento e aplicação da SEI, Zanetoni e Leão (2022) ressaltam que embora exista uma organização para se ensinar usando a sequência investigativa, um desafio encontrado foi avaliar se o conhecimento foi assimilado por todos. “Mesmo com toda a sistematização da sequência didática proposta, evidenciam-se fragilidades no processo, pois permanece a questão sobre o conhecimento que se pretendeu ensinar, se de fato foi apreendido por todos” (ZANETONI; LEÃO, 2022, p. 19).

Já Silva *et al.* (2021, p. 1483), citam como desafios a questão da infraestrutura do ambiente escolar, pois “a integração das tecnologias digitais, no contexto educacional, pode oportunizar a criação de ambientes compatíveis, não antagônico, com a forma como as crianças, jovens e adolescentes aprendem.” Ademais, a indisponibilidade de laboratórios de Ciências e a falta de tecnologias digitais, também impactam em desafios e dificuldades do uso do Ensino por Investigação. “O segundo ponto está relacionado às carências de infraestrutura das escolas de educação básica no Brasil, é importante destacar a disponibilidade de laboratórios de Ciências, para apoiar as disciplinas nas áreas STEM” (SILVA *et al.*, 2021, p. 1483).

Melo *et al.* (2022) apontam outro desafio no uso das sequências, sendo a falta de conhecimento prévio por parte dos estudantes, pois estes estão acostumados a receber uma ciência pronta. “Como ponto de melhoria, os resultados apontam que, devido à grande generalidade do tema, percebeu-se que alguns alunos ainda apresentaram dificuldade em apreender os conceitos de forma científica, embora distinguíssem as transformações químicas das físicas” (MELO *et al.*, 2022, p. 283, 284). Castro e Miranda, Junior (2019, p. 818) partilham do mesmo sentimento: “como desafios destacam-se [...] a superação da falta de conhecimentos prévios e da deficiência na capacidade leitora e escritora dos alunos, decorrentes de uma educação básica pouco valorizada na sociedade e carente de investimentos públicos”.

3.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Esta categoria discorre sobre o uso da abordagem do Ensino por Investigação na formação de docentes da área de Ciências da Natureza.

No que se refere à **formação inicial de professores** na área de Ciências da Natureza existem diversas pesquisas em curso que abordam essa temática (SUART *et al.*, 2015; MIRANDA; SUART; MARCONDES, 2015; SUART *et al.*, 2018; SUART; MARCONDES, 2018; VIDRIK; MELLO, 2019; JÚNIOR, 2021; LOPES; FIREMAN; SILVA, 2021; GOMES; MONTEIRO; MEDEIROS, 2021; MONTEIRO *et al.*, 2022).

Miranda, Suart e Marcondes (2015, p. 581) destacam a necessidade de mudanças em cursos de formação inicial de professores, a fim de oportunizar a esses licenciandos espaços para “elaborar, ministrar e avaliar propostas didáticas, relacionando os aspectos teóricos e práticos vistos durante a sua graduação, refletindo sobre as situações reais de sala de aula e sobre suas ações”. De acordo com esses autores “cabe então aos formadores de professores desenvolver meios e estratégias para a promoção de práticas mais reflexivas”. Em concordância Suart e Marcondes (2018) defendem que são necessárias condições para que os licenciandos possam pensar, discutir e refletir criticamente sobre novas abordagens de ensino e de aprendizagem, não se limitando apenas a conteúdos específicos da disciplina.

Assim, se os licenciandos tiverem a oportunidade de desenvolverem planejamentos de ensino e de refletirem sobre os objetivos propostos, implicações e efetividade de suas ações, durante a elaboração e após a aplicação dessas atividades em sala de aula, poderão construir pensamentos mais críticos sobre o processo de ensino e de aprendizagem e sobre as suas ações pedagógicas, tornando-se mais reflexivos sobre os aspectos que contemplam a prática docente (SUART; MARCONDES, 2018 p. 3).

Vidrik e Mello (2019, p. 101) destacam a necessidade de discussões da temática entre professores formadores dos cursos de licenciatura, a fim de que esses “percebam a importância de se introduzir a pesquisa educacional na formação inicial, promovendo a melhoria da formação e atuação docente”.

Silveira, Júnior (2021) contribui nessa direção, descrevendo uma experiência formativa com uma turma de licenciandos de várias áreas envolvendo a abordagem investigativa, refletindo sobre como um “mergulho mais aprofundado” na abordagem contribui com a formação docente desses sujeitos. O autor trata desde a importância do planejamento de uma atividade deste tipo a reflexão, o “sentir na pele” os desafios postos e as dificuldades a serem enfrentadas. Ele conclui ser “preciso mudar as práticas docentes comumente utilizadas” e que “essa necessidade tem claras implicações para os processos de formação inicial e continuada dos(as) professores de Ciências” (SILVEIRA, JÚNIOR, 2021, p. 744).

É nesse sentido que Suart *et al.* (2015) chamam a atenção para as dificuldades encontradas nos cursos de formação de professores, a distância entre as disciplinas pedagógicas e as disciplinas específicas do curso, fato este que segundo os autores pode colocar em risco a formação do licenciando.

No que concerne à **formação continuada de professores** é possível perceber que Araújo, Tristão e Santos (2021) trazem como uma das estratégias importantes de se pensar no ensino de Ciências:

[...] é importante uma reflexão sobre o modelo de ensino adotado, sendo fundamental que a escola e os professores busquem por diferentes estratégias para problematizar os conteúdos, favorecer a investigação, o debate e a participação ativa dos alunos desde as séries iniciais do EF, visando uma formação de cidadãos mais críticos (ARAÚJO; TRISTÃO; SANTOS, 2021 p. 3).

O trabalho de Paz *et al.* (2019, p. 205) também reforça a necessidade da formação continuada para professores em serviço, a fim de que estes “possam revisitar, ou, até mesmo, tomar um primeiro contato com determinados conteúdos conceituais e com metodologias específicas ao ensino das disciplinas as quais esse professor polivalente é responsável”. Vidrik e Mello (2019) sinalizam para a necessidade de o poder público ter esse olhar para a formação continuada dos profissionais da educação e oferecer formações que visem este tipo de discussão nas escolas. Esses mesmos autores demonstram uma preocupação com relação aos professores estarem preparados para conduzir um Ensino por Investigação de forma que possam tirar o maior proveito possível de tal abordagem de ensino.

Um ponto imprescindível para que a aprendizagem ocorra a partir da metodologia de ensino que versa sobre o ensino por investigação é o olhar

criterioso do professor, que elabora suas aulas, trabalha os devidos conceitos em sala e esclarece os critérios utilizados durante a aula, como por exemplo, não fazer interferências no ato da atividade experimental investigativa, com o objetivo de ressaltar o dinamismo dos alunos, seguindo o caminho da investigação. Já no momento de comunicação dos resultados, é necessário que o professor dê abertura para novas indagações, sabendo ouvir críticas, e, ainda, estando preparado para contra-argumentar (VIDRIK; MELLO, 2019, p. 94).

Reforçando a ideia colocada por Suart *et al.* (2015, p. 190):

Mas, para que o ensino investigativo e problematizador se torne realidade nas salas de aula, de forma a contemplar habilidades relacionadas ao processo de alfabetização científica, a formação inicial e continuada de professores precisa estar direcionada a fim de englobar tais aspectos.

Fundamentado no *corpus* de pesquisa deste trabalho, nota-se a preocupação dos professores da área de Ciências da Natureza em propor mudanças no ensino. Zanetoni e Leão (2022, p. 19) ressaltam isso:

Por conseguinte, revelou-se contemplar estudos e ações voltados para professores atuantes no Ensino Médio, bem como para licenciandos em Química, na perspectiva de fortalecimento, compreensão e efetivação de práticas educativas que utilizam da sequência didática.

Nesse mesmo direcionamento, Zanetoni e Leão (2022, p. 7) sublinham que o uso das sequências de ensino investigativas:

[...] acredita-se que ensinar Química possa ser, na perspectiva metodológica, centrada no ensino por investigações, sistematizado a partir de uma sequência didática para além de conceitos científicos, e que tenha a pretensão de contribuir significativamente para a formação pessoal e social dos estudantes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resgatando o objetivo geral desse trabalho de conclusão de curso, o qual foi compreender o uso de atividades investigativas na área de Ciências da Natureza, mediante uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) na última década. Além disso, elaborar uma sequência de ensino investigativa do tipo laboratório aberto sobre a temática de polímeros. Para atingir o objetivo, foi definido um método de pesquisa que tivesse as fases de revisão definidas, abrangentes, estruturadas e com procedimentos reprodutíveis. A escolha da plataforma *EBSCO Discovery Service*, se justifica por estar disponível na biblioteca da UTFPR, ser uma plataforma que permite efetuar buscas em todos os recursos eletrônicos subscritos pela universidade e abranger indexações em diferentes bases de dados internacionalmente reconhecidas.

Seguindo as fases da revisão chegou-se a um *corpus* final de pesquisa composto por 28 artigos, que representam a produção de conhecimento publicadas em revistas acadêmicas na referida plataforma na última década, na área de Ciências da Natureza. Destaca-se que, inicialmente o objetivo deste trabalho era mapear apenas as produções de conhecimento da componente curricular de Química e delimitar apenas para a educação básica. Em virtude dos resultados limitados, optou-se por analisar os artigos completos decorrentes da combinação de palavras-chave, abrangendo a área de Ciências da Natureza, e a educação superior.

No conjunto de palavras-chave empregadas a componente curricular de Química, foi predominante em relação ao *corpus* de pesquisa. A SEI elaborada compreende um conceito químico, servindo de exemplo para professores e estudantes da área de Ciências da Natureza e de outras áreas de ensino, estendendo-se a educação superior.

Nesse percurso, foi possível identificar os principais autores que pesquisam e utilizam o Ensino por Investigação em contexto brasileiro. Num universo de 91 autores, 40 são do sexo biológico masculino, enquanto que 51 autores são do sexo biológico feminino. Dentre os autores 41,8% estão na região sudeste, 19,8% na região centro-oeste, 15,4% na região nordeste, 12,1% na região sul e 11% na região norte. Ressalta-se que muitos autores são repetidos no *corpus* de pesquisa, ou seja, um mesmo autor produziu mais de um artigo.

Ao analisar o período compreendido entre 2012 e 2022, percebeu-se que em 2015 foram encontrados dois artigos completos; em 2016 não houve publicação; em 2017 foi publicado um artigo; em 2018 e 2019 há cinco artigos em cada ano; em 2020 a produção foi três artigos; em 2021 sete artigos e 2022 cinco artigos. Esses dados, demonstram que o uso do Ensino por Investigação na área de Ciências da Natureza está em processo ascendente, ou seja, a produção de conhecimento decorrente do emprego de atividades investigativas, ainda, encontra-se em estágio limiar. Essa ascensão pode ser decorrente das publicações dos livros da autora Ana Maria Carvalho, assim como, novas políticas públicas que recomendam o uso do Ensino por Investigação, como a BNCC e documentos de governo decorrentes desta política pública de estado.

Em resultado, foram construídas duas categorias que expressam o *corpus* de pesquisa deste trabalho de conclusão de curso, a saber: i) atividades investigativas na educação básica e superior: algumas possibilidades e desafios; ii) Ensino por Investigação na formação de professores de Ciências da Natureza.

No que concerne a primeira categoria que versa sobre as atividades investigativas na educação básica e superior, depreende-se sobre o uso das SEI no ensino da área de Ciências da Natureza, as quais propiciam o desenvolvimento da argumentação nos estudantes, habilidade imprescindível para tornar-se um cidadão. Demonstra-se que as atividades investigativas favorecem uma formação autônoma, crítica e criativa, características que vão ao encontro de uma educação que vise o enfrentamento das demandas sociais.

Depreende-se que essa formação é possível, pois, o Ensino por Investigação parte de um problema proposto pelo professor que tem por ensejo desenvolver os estudantes intelectualmente. Para isso orienta os aprendizes a resolverem em grupos o problema contextualizado, a partir de materiais didáticos, experimentais e encorajando os estudantes no desenvolvimento da atividade investigativa. A resolução do problema poderá culminar com a sistematização do conhecimento, perante as soluções de resolução apresentadas pelos estudante, sempre orquestrada pelo docente.

A produção que cada estudante deverá realizar ao final da atividade investigativa, também, sintetiza a passagem da ação manipulativa do professor para

a ação intelectual do estudante, haja visto que este terá condições de demonstrar o que aprendeu.

Nesta primeira categoria, existem duas subcategorias, que são: i) experimentação investigativa no ensino; e, ii) desafios evidenciados ao uso do Ensino por Investigação. Em relação a experimentação investigativa no ensino, destaca-se o contraponto do que seria uma atividade prática com viés reducionista, ou seja, com objetivo de apenas comprovar a teoria com uma atividade prática com viés investigativo. Destacando-se, que a experimentação investigativa ultrapassa a ideia de apenas seguir um roteiro elaborado *a priori* e demonstrar tão somente o que os estudantes aprenderam na teoria. É pura e simplesmente uma atividade experimental de asserção de descoberta, de conhecimento, extraíndo do experimento evidências, comprovando e descartando hipóteses para coletar e analisar dados experimentais. Em outras palavras, por meio da experimentação de caráter investigativo, os estudantes podem tornar-se capazes de atribuir sentido a Ciência e passam a enxergá-la presente no seu cotidiano.

Em relação a subcategoria que versa sobre os desafios enfrentado no uso do Ensino por Investigação, depreendeu-se que tanto na formação inicial quanto continuada, urge a necessidade de abordar em teoria e na práxis abordagens de ensino que propiciem a formação de jovens aptos para o enfrentamento do mundo contemporâneo. Sendo o Ensino por Investigação, uma dessas abordagens hodiernas e recomendada. Ademais, a falta de tempo por parte dos professores em planejar aulas, a infraestrutura e a falta de atenção do poder público, como proponente de políticas públicas são alguns dos principais desafios indicados por este *corpus* de pesquisa.

Nesse sentido, para que o Ensino por Investigação – as atividades investigativas – sejam comuns, corriqueiras e tornem-se rotina na educação básica e superior, faz-se necessário ter professores capacitados para ensinar e aprender de modo investigativo. Ensinar Ciências/Química por meio da investigação deve ser uma temática abordada tanto em cursos de formação inicial de professores quanto na formação continuada. O resultado sugere uma valorização e fomentação pelas instituições de ensino básico e superior. Pois só assim, os professores terão

oportunidades para desenvolver as competências necessárias para ensinar de modo investigativo.

Nesse sentido, foi elaborada uma sequência de ensino investigativa de laboratório aberto, a fim de explorar os polímeros no contexto da educação básica. A finalidade da SEI é que professores e estudantes de licenciatura compreendam os pressupostos do ensino por investigação e elaborem atividades investigativas, propiciando um ensino mais voltado à resolução de problemas contextualizados e passando por etapas inerentes à construção de conhecimento.

Destaca-se que a supramencionada SEI, tem por objetivo fomentar nos estudantes da educação básica a compreensão em torno dos principais plásticos presentes no cotidiano a partir de uma proposta de ensino do tipo laboratório aberto que compreende seis etapas investigativas.

Amealhando os pressupostos do Ensino por Investigação e as etapas da SEI de laboratório aberto é que os pontos de interseção aparecem e se complementam, pois inicialmente ocorre a distribuição do material experimental e a proposição do problema pelo professor. Por conseguinte, são organizados os grupos de trabalho e os estudantes fazem a resolução do problema, e para isso os aprendizes formulam hipóteses e desenvolvem um plano de trabalho detalhado. Na sequência, os grupos executam a montagem do arranjo experimental e coletam os dados necessários para a investigação. Em seguida, ocorre a sistematização do conhecimento mediante a análise dos dados coletados, a interpretação dos resultados e consequentemente a compreensão do tema estudado. Por fim, ocorre o ato de escrever e/ou desenhar, juntamente com a conclusão é que os estudantes irão sintetizar suas descobertas, registrar suas conclusões e compartilhar o conhecimento adquirido mediante diferentes formas de registro individual do conhecimento, como a criação de *lapbooks* e mapas conceituais (sugestões essas da SEI apresentada), consolidando assim todo o processo de aprendizagem investigativa.

A finalidade da SEI intitulada de “Explorando Polímeros: uma jornada investigativa” é para auxiliar professores e estudantes de licenciatura a desenvolver ambientes de ensino investigativos, os quais podem fomentar a ação intelectual dos estudantes e promover a construção do conhecimento sobre a temática estudada.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. H. D.; TRISTÃO, J. C.; SANTOS, L. J. Dos. S. O ensino de Ciências por investigação: uma proposta de sequência didática para auxiliar no desenvolvimento de conteúdos de química para alunos do sexto ano. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora: UFJF, v. 11, n. 1, p. 1-23, e31604, jan./jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.31604> Acesso em: 06/2023

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. (org.), et al. **Calor e temperatura**: um ensino por investigação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CASTRO, M. do. C. de.; MIRANDA JUNIOR, P. Análise de potencialidades e desafios de uma sequência didática CTS com enfoque investigativo para o ensino de química: tema sociocientífico “água- medição de pH”. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, ago. 2019.

COSTA, M. K. da. S.; SALES, E. de. S. Contribuições da abordagem didática de Ensino por Investigação para a aprendizagem de reações químicas. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, 2018.

FAGUNDES, S. S. *et al.* A prática experimental: extração de DNA aplicada ao ensino básico. **Physicae Organum**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 233-248, 2022.

GOMES, V. A. de M.; MONTEIRO, P. C.; MEDEIROS, A. S. De. Elaboração de um e-book baseado no Ensino por Investigação. **SEI-SICITE**, 2021.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

JÚNIOR, C. da. S. Atividades investigativas para o ensino de química e de outras ciências em uma turma de licenciandos(as) de várias áreas: reflexões sobre uma experiência formativa. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, p. 732-745, 2021.

JÚNIOR, J. A. M.; SILVA, E. S. da. MOREIRA, A. C. L. Explorando conceitos da termodinâmica através de uma proposta investigativa. **Revista Debates em Ensino de Química - REDEQUIM**, v. 4, n. 2, p. 99-122, 2018.

LIMA, K. P. de. O. C. De.; PEREIRA, P. A. C. LIMA, J. P. C. de. Ensino de Ciências por investigação em Ciências Biológicas: revisão sistemática de literatura em artigos de periódicos nacionais classificados no Qualis. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1-34, jan./mar. 2021. DOI: 10.26843/rencima.v12n1a06 Acesso em: 06/2023

LOPES, J. A.; FIREMAN, E. C.; SILVA, M. G. A. de. Ensino por Investigação e cinética química: desafios e possibilidades. **Debates em Educação**, v. 13, n. 31, jan./abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13n31p41-66> Acesso em: 06/2023

LOPES, J. A.; FIREMAN, E. C.; SILVA, M. G. A. da. Cinética química e Ensino por Investigação: um estudo com estudantes do 9º ano do ensino fundamental. **Revista Debates em Ensino de Química – REDEQUIM**, v. 8, n. 3, p. 181-203, 2022. DOI: 10.53003/redequim.v8i3.4792 Acesso em: 06/2023

MAGALHÃES, P. P. *et al.* Sequências de ensino investigativas envolvendo CTSA: a biomassa como tema gerador do processo de aprendizagem de conceitos químicos. **Revista Brasileira de Ensino Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 281-299, set./dez. 2020. DOI: 10.3895/rbect.v13n3.10923 Acesso em: 06/2023

MELO, A. P. de. *et al.* Tudo se transforma: uma abordagem investigativa para o ensino de transformações químicas. **Physicae Organum**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 269-286, 2022.

MIRANDA, M. De. S.; SUART, R. De. C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de Química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 555-583, set./dez., 2015. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170302> Acesso em: 06/2023

MONTEIRO, E. P. *et al.* Ensino por Investigação em aulas de Química: Construindo a argumentação através da problemática “Por que as bananas escurecem?”. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 5, n. 1, jan./jun., 2022.

PAULETTI, F. **A pesquisa como princípio educativo no ensino de Ciências:** concepções e práticas em contextos brasileiros. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. Tecnologias digitais: possibilidades renovadas de representação da química abstrata. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 15, n. 2, p.383-396, maio./ago., 2013.

PAZ, G. S. B. *et al.* Atividades investigativas de química nos anos iniciais do ensino fundamental: a extensão universitária como espaço de formação continuada. **Interfaces - Revista de Extensão da UFMG**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 193-207, jan./jun. 2019.

PEREIRA, A. De. S.; VITURINO, J. P.; ASSIS, A. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 1, n. 2, 2017.

PICKERING, C.; BYRNE, J. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. **Higher Education Research and Development**, v. 33, n. 3, 534-548, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução Naila Freitas. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUEIROZ, M. I. C.; MENDONÇA, A. G. R.; LEITE, A. C. R. O Ensino por Investigação através da “Horta na Escola” como ferramenta de ensino e aprendizagem de Bioquímica e Química dos Alimentos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 19, n.1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.16923/reb.v19i1.943> Acesso em: 06/2023

SANTANA, I. D. de.; NUVEN, D. M. A. da. S.; BRITO, D. Q. de. Misturação: uma atividade investigativa sobre misturas de substâncias no ensino fundamental. **Physicae Organum**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 217-232, 2022.

SANTOS, H. F. dos.; AMARAL, C. L. C. Experimentação investigativa: aprendizagem de conceitos químicos através da montagem parcial de uma estação de tratamento de água. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 281-296, 2019.

SANTOS, M. J. D.; SOUZA, V. C. de. A. Análise dos trabalhos relacionados ao ensino de Ciências por investigação publicados nos anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química entre os anos de 2006 e 2016. **Educação em Química**, v. 2, n. 2, 2018.

SILVA, J. B. et al. Laboratórios on-line em aulas de Física no Ensino Médio: proposta de uso em sequências didáticas investigativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1478-1508, dez., 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e76401> Acesso em 06/2023

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa**: estudando como as coisas funcionam. Tradução Karla Reis. Porto Alegre: Penso, 2011.

SUART, R. de. C. *et al.* Investigando as contribuições de uma proposta formativa visando a perspectiva do Ensino por Investigação no Ensino Médio de Química. **Revista Tecnê, Episteme y Didaxis**, n. extraordinário, out., 2018.

SUART, R. De. C. *et al.* Uma análise do desenvolvimento de sequências de aulas por licenciandas de Química ao longo de um processo de reflexão orientada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 186-208, 2015.

SUART, R. De. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o Ensino por Investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, e9666, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172018200106> Acesso em: 06/2023

VENDRUSCOLO, T. P. S.; CASTRILLON, M. A. De. S.; SANTOS, O. A. M. D. Ensino de Química por investigação: concepções de estudantes de uma escola pública do estado de Mato Grosso. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 610-620, jul./dez., 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2019.v4.n2.p610-620.id465> Acesso em: 06/2023

VIANA, N. B.; *et al.* Experimentação na perspectiva investigativa no ensino de Química: construindo conhecimento por meio da indagação. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 881-888, maio/jun., 2020. DOI:10.34115/basrv4n3-011 Acesso em: 06/2023

VIDRICK, E. C. F.; MELLO, I. C. de. Construção do experiment@: um guia didático com atividades experimentais investigativas para o ensino de Química, a partir de reflexões docentes. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 91-103, 2019.

ZANETONI, V. A. L.; LEÃO, M. F. Análise da produção científica nacional sobre sequências didáticas investigativas utilizadas para ensinar Química (2016-2021). **REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 1-25, jan./mar., 2022.

APÊNDICE A –EXPLORANDO POLÍMEROS: UMA JORNADA INVESTIGATIVA

UTFPR



MARIA EDUARDA GAVRON DE SOUSA

EXPLORANDO POLÍMEROS: UMA JORNADA INVESTIGATIVA

Orientadora: Fabiana Pauletti

Desenvolvido no trabalho de conclusão de curso
em Licenciatura em Química da UTFPR/2024



PET



PEAD



PVC



PEBD



PP



PS



OUTROS

Sumário

Apresentação.....	03
Pressupostos do ensino por investigação.....	04
Sequência de ensino investigativa: Laboratório Aberto.....	05
Competências e Habilidades.....	07
Sequência de aulas investigativas.....	10
Apresentação.....	10
Objetivos.....	10
Desenvolvimento.....	11
Referências.....	25

Apresentação

Caros professores e estudantes de licenciatura, É apresentada a seguir, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) do tipo laboratório aberto, segundo Carvalho (2014), destinada ao ensino do conteúdo de polímeros, desenvolvida como parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Licenciatura em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Este material foi elaborado com a finalidade de auxiliar os professores e estudantes de licenciatura a desenvolver ambientes de ensino investigativos que fomentem a ação intelectual dos estudantes, corroborando com a construção do conhecimento. O objetivo desta SEI é identificar os principais plásticos presentes no cotidiano a partir de uma sequência investigativa do tipo laboratório aberto.

Esta SEI contempla e visa desenvolver as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A escolha do tema se justifica pela relevância deste conteúdo na Química contemporânea e suas diversas aplicações na indústria e no cotidiano.

A sequência de ensino está organizada por aulas e etapas, cada uma contendo atividades práticas e teóricas que se complementam.

Espera-se que este material contribua com o ensino de Química, afim de instigar o desenvolvimento de ambientes investigativos.

Pressupostos do Ensino por Investigação conforme Carvalho (2013)

1 - Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor

O professor organiza os estudantes em grupos pequenos, fornece o material necessário e apresenta o problema a ser solucionado.



2 - Resolução do problema pelos alunos

Os estudantes formulam hipóteses para resolver o problema. O conhecimento é construído a partir das hipóteses dos estudantes que serão confirmadas ou refutadas experimentalmente. O erro desempenha um papel crucial.



3 - Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos

O professor reúne o material experimental para iniciar um debate em grande grupo, preferencialmente em círculo. Nessa fase, o papel do professor é crucial para promover a sistematização coletiva do conhecimento, incentivando os estudantes a compartilharem suas experiências e explicarem suas soluções.



4 - Escrever e desenhar

Os estudantes realizam a sistematização individual do conhecimento. Momento importante para que eles dediquem um tempo para refletir e registrar por escrito o que aprenderam na aula.



Etapas da Sequência de Ensino Investigativa: Laboratório Aberto conforme Carvalho (2014)

1 - Proposta do problema

O professor elabora a proposta na forma de uma pergunta que deve estimular a curiosidade científica dos estudantes.



2 - Levantamento de hipóteses

Os estudantes são incentivados a levantar hipóteses sobre possíveis soluções para o problema proposto. Durante esse processo, o professor orienta a discussão, ajudando os alunos a formular hipóteses viáveis e cientificamente embasadas.



3 - Elaboração do plano de trabalho

Os estudantes discutem como será realizado o procedimento experimental. Esta discussão deve ser feita com toda a turma para promover a colaboração e o compartilhamento de ideias. Cada grupo deve detalhar seu plano de trabalho, descrevendo os passos que seguirão para testar as diversas hipóteses levantadas anteriormente.



Etapas da Sequência de Ensino Investigativa: Laboratório Aberto conforme Carvalho (2014)



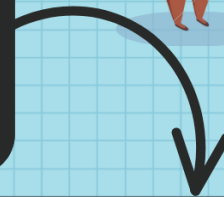
4 - Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Os estudantes manipulam o material e os equipamentos necessários para a montagem do arranjo experimental, seguindo os planos de trabalho previamente discutidos e elaborados. Com o arranjo montado, os estudantes iniciam a coleta de dados, observando e registrando os resultados das suas experimentações.



5 - Análise dos dados

Os estudantes se dedicam a fornecer informações para a solução da situação problema, por meio da construção de gráficos e à obtenção de equações que permitam interpretar os resultados coletados. Este é o momento em que eles verificam se os dados experimentais confirmam ou refutam suas suposições iniciais.



6 - Conclusão

Os estudantes devem formalizar uma resposta ao problema inicial, baseando-se nos resultados da análise de dados e nas observações feitas durante o experimento.



Competências e Habilidades

Competência específica 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p. 554).

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis (BRASIL, 2018, p. 555).



Competências e Habilidades

Competência específica 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 558).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Competências e Habilidades

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano (BRASIL, 2018, p. 559).

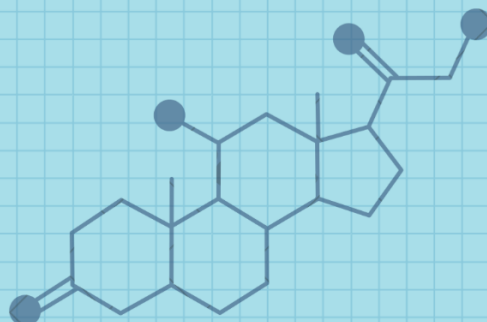


Apresentação

1. Nível: Ensino Médio
2. Objeto do conhecimento: Polímeros
3. Conteúdo principal: Tipos de polímeros
4. Número de aulas estimadas: Em torno de 6 aulas (50 minutos).

Objetivo

Identificar os principais plásticos presentes no cotidiano a partir de uma sequência investigativa do tipo laboratório aberto.



1º Pressuposto: Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor

Aula 1

Habilidades
(EM13CNT101)
(EM13CNT104)
(EM13CNT306)

Etapa 1 Problema



a) Para contextualizar o conteúdo em torno de polímeros, a fim de despertar o interesse e a curiosidade nos estudantes, será apresentado um episódio da série: “De onde vem?”, episódio 16: “De onde vem o plástico?” Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uV0R0f1sy4Q>, neste episódio é indicado que existem diferentes tipos de plásticos disponíveis e em uso.

b) Na sequência, o professor propõe o seguinte problema:

De que modo é possível separar resíduos sólidos recicláveis a partir das embalagens plásticas de produtos que consumimos diariamente?



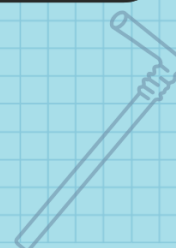
2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos**Aula 1**

Habilidades
(EM13CNT101)
(EM13CNT104)
(EM13CNT301)
(EM13CNT307)

**Etapa 2
Hipóteses**

c) Após a visualização do episódio, o professor organizará grupos com 4 integrantes e solicitará que os estudantes demonstrem as embalagens que trouxeram conforme orientações da aula anterior, bem como, as que o professor disponibilizará.

d) Nesse momento, o professor orientará os estudantes a analisar as embalagens plásticas disponíveis para identificar e catalogar os códigos de reciclagem presentes nelas (números e símbolos). Os grupos deverão organizar essas informações em um quadro, conforme exemplo:



2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos

Código	Nome	Características	Presente em
	Tereftalato de polietileno	Transparente e resistente	Garrafas de bebidas



Sugestões de leitura:

- **Números dos plásticos e a sua saúde: algo no qual você devia prestar mais atenção.** Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=phG_BOadIbU
- **Coleta seletiva e separação de plásticos.** Disponível em:
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a08.pdf>
- **Densidade do plástico: o que é e para que serve?** Disponível em:
<https://mundodoplastico.plasticobrasil.com.br/oportunidades/densidade-do-plastico-o-que-e-e-para-que-serve>

2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos

Aula 2

Habilidades
(EM13CNT104)
(EM13CNT301)
(EM13CNT303)

Etapa 3 Plano de trabalho

a) O professor solicita aos alunos para retomarem os grupos da aula anterior;

b) Ao realizar as leituras recomendadas e discutir no interior do grupo, com a orientação do professor os estudantes irão aprender as diferentes nomenclaturas em torno dos plásticos. Ao analisarem as embalagens e preencherem o quadro, os alunos irão perceber que existem embalagens plásticas que o fabricante não especifica o código de reciclagem. Então começarão a investigar a problemática:

De que modo identificar nas embalagens plásticas que não possuem código de reciclagem o tipo de polímero utilizado para sua produção?



2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos**Aula 2****Etapa 3
Plano de
trabalho**

c) Para direcionar a investigação dos grupos, o professor poderá propor as seguintes perguntas:

- Quais propriedades físicas do plástico podem nos ajudar a identificar o tipo de polímero?
- Como podemos testar a solubilidade de diferentes plásticos em vários solventes?
- Que reações químicas específicas podem ser usadas para identificar certos tipos de polímeros?
- Quais equipamentos de laboratório serão necessários para realizar esses testes?
- Como podemos garantir a segurança ao manusear os plásticos e os reagentes químicos?
- Qual será a sequência de etapas experimentais para testar cada propriedade?

2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos**Aula 2**

d) O professor irá propor a realização de dois experimentos investigativos do tipo laboratório aberto. Para isso serão disponibilizados os seguintes materiais:

- Pedacos de plásticos das embalagens identificadas na aula 1;
- Tesouras;
- Álcool etílico;
- Água;
- Sal;
- Colher de chá;
- Béqueres 500 mL;
- PVC;
- Fios de cobre;
- Palhas de aço ou lixas fina;
- Pregadores de madeira;
- Velas e fósforos.

e) Os alunos discutem no interior dos grupos como pode ser realizado cada procedimento experimental. Com a orientação do professor os grupos irão montar o plano de trabalho, descrevendo os passos que seguirão para realizar a atividade experimental investigativa.

2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos**Aula 3**

Habilidades
(EM13CNT104)
(EM13CNT301)

Etapa 4
Montagem
do arranjo
experimental
e coleta de
dados

a) No laboratório de química os alunos organizam-se nas bancadas retomando os grupos da aula anterior.

b) Para resolver a problemática levantada na aula anterior, o professor sugere dois experimentos para identificação de alguns polímeros.

Experimento 1 - Identificando alguns polímeros

Cada grupo irá utilizar os seguintes materiais:

- Pedacos de plásticos das embalagens identificadas na aula 1;
- Tesoura;
- Álcool etílico;
- Água;
- Sal;
- Colher de chá;
- Béqueres 500mL.



PET



PEAD



PVC



PEBD



PP



PS



OUTROS



2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos

Aula 3

Etapa 4 Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Procedimento:

1. Separe pedaços dos plásticos identificados na atividade do preenchimento do quadro.
2. Coloque esses pedaços em um béquer com água.
3. Separe os plásticos em dois grupos: aqueles que flutuaram e aqueles que afundaram na água.
4. Coloque os pedaços de plásticos que flutuaram na água em um béquer contendo álcool etílico até metade.
5. Coloque água aos poucos no álcool, agitando, até que um dos pedaços de plástico flutue. Retire este plástico do béquer e continue adicionando água, em quantidades pequenas e agitando sempre, até que todos os pedaços tenham flutuado, um a um. Na bancada, organizar os plásticos na ordem que flutuaram.
6. Agora vamos trabalhar com os plásticos que afundaram na água. Coloque estes plásticos em um béquer com água até a metade.
7. Adicione uma colher de chá de sal na água e agite. Continue colocando sal na água e agitando até que todos os pedaços de plástico flutuem, um a um.
8. Na bancada, organize os plásticos na ordem em que eles flutuaram.

Observação: Alguns plásticos não irão flutuar mesmo com a solução supersaturada, iremos deixá-los para serem identificados na próxima atividade.



2º Pressuposto: Resolução do problema pelos alunos

Aula 3

Etapa 4 Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Experimento 2 - Identificando alguns polímeros

Cada grupo irá utilizar os seguintes materiais:

- PVC;
- Fios de cobre;
- Palhas de aço ou lixas fina;
- Pregadores de madeira;
- Velas e fósforos.

Procedimento:

1. Prepare o fio de cobre, desencapando e retirando o esmalte da superfície com uma lixa ou palha de aço.
2. Prenda o fio de cobre em um pregador de madeira, deixando uma das pontas livre (em torno de 5 cm).
3. Aqueça a ponta do fio de cobre livre na chama da vela até que fique vermelho. Encoste o fio quente no pedaço de PVC, a fim de grudar o plástico no fio.
4. Leve o fio de cobre novamente a chama e observe o que acontece.
5. Mergulhe o fio quente em um copo com água para esfria-lo.
6. Experimente repetir o experimento com outros pedaços de plástico. Lembre-se de lixar o fio de cobre. Observe o que acontece.

Atenção: Use sempre uma quantidade mínima de plástico para evitar a liberação de produtos tóxicos ou com cheiro desagradável devido a queima/combustão.



3º Pressuposto: Sistematização do conhecimento

20

Aula 4

Habilidades
(EM13CNT104)
(EM13CNT302)
(EM13CNT307)

Etapa 5 Análise dos dados

a) O professor organiza a sala em um semicírculo para que os alunos possam explicar os experimentos realizados em cada grupo.

Para incentivar a reflexão dos alunos sobre a experimentação realizada, o professor pode fazer as seguintes perguntas:

- Por que alguns plásticos afundam e outros flutuam na água?
- O que estamos fazendo ao adicionar água ao álcool ou sal à água?
- Por que a chama em determinados momentos muda de cor?
- Por que o PVC emite cor diferente dos outros plásticos experimentados?
- É possível utilizar o teste do fio de cobre para diferenciar os tipos de polímeros que afundaram na água?



PET



PEAD



PVC



PEBD



PP



PS



OUTROS

3º Pressuposto: Sistematização do conhecimento

Etapa 5 Análise dos dados

b) Após os grupos explicarem os experimentos realizados e valendo-se das leituras disponibilizadas, os grupos devem buscar informações sobre a densidade dos polímeros estudados para completar as informações do quadro abaixo.

Código de reciclagem	Plástico	Densidade (g/mL)
(1)	PET	
(2)	PEAD / HDPE	
(3)	PCV / PVC	
(4)	PEBD / LDPE	
(5)	PP	
(6)	PS	
(7)	Outros	



3º Pressuposto: Sistematização do conhecimento

Aula 5

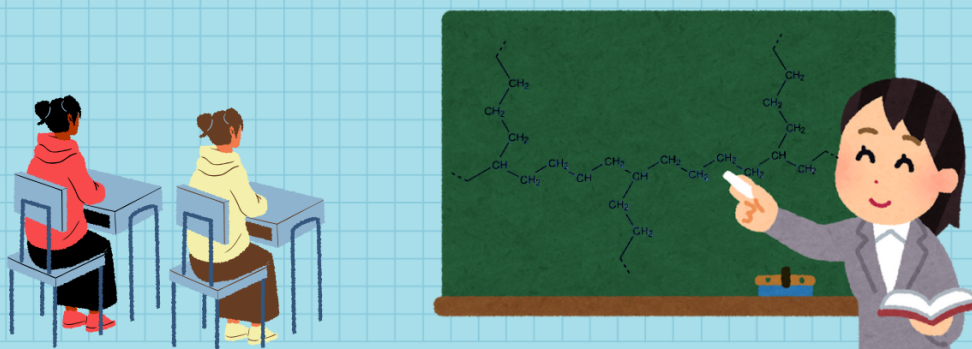
Habilidades
(EM13CNT104)
(EM13CNT302)

Etapa 6 Conclusão

a) O professor a luz da literatura em torno de polímeros discute os experimentos realizados, levantando possíveis erros e limitações, bem como faz o resgate das problemáticas.

Importante destacar:

As diferenças de densidades são decorrentes da organização dos átomos, por exemplo, em longas cadeias lineares temos um polietileno de alta densidade, já em cadeias ramificadas, temos um polietileno de baixa densidade (MATEUS, 2001).



4º Pressuposto: Escrever e/ou desenhar**Aula 6**Habilidade
(EM13CNT302)**Etapa 6
Conclusão**

a) Os estudantes irão registrar, de forma individual, o que aprenderam mediante a com a sequência investigativa de laboratório aberto sobre polímeros.

b) Uma sugestão de registro individual é que cada estudante produza um *lapbook*.

Cada *lapbook* poderá conter:

- Definição de polímeros;
- Estrutura dos polímeros;
- Propriedades dos polímeros;
- Reciclagem e impacto ambiental;
- Observações e conclusões dos experimentos realizados;
- Amostras de diferentes embalagens plásticas identificando o código de reciclagem.

Sugestão de elaboração de *lapbooks*:

CRUZ, M. B.; CALLEGARIO, L. J.; ASTORI, S. Além dos livros: A utilização de lapbooks como recurso didático para desenvolver os níveis do conhecimento químico. Revista: Ifes Ciência, v. 10, n. 2, p. 1-10, 2024.

Disponível em:

<https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2457/1156>

4º Pressuposto: Escrever e/ou desenhar**Aula 6****Etapa 6
Conclusão**

c) Outra sugestão de registro individual é a produção de um mapa conceitual. Cada mapa conceitual poderá conter:

- Definição de polímeros;
- Estrutura dos polímeros;
- Propriedades dos polímeros;
- Reciclagem e impacto ambiental;
- Observações e conclusões dos experimentos realizados;
- Amostras de diferentes embalagens plásticas identificando o código de reciclagem.

Sugestão de modelo de mapa conceitual:

PREISNER, T. C. M. Mochilas e malas utilizadas por alunos como tema motivador para a aprendizagem de polímeros. Cadernos PDE, versão online, v. 1, 2009.

Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos_pde/pdebusca/producoes_pde/2009_uel_quimica_md_tania_cristina_menck_preisner.pdf

Sugestão de programa para elaboração de mapa conceitual:

- <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>

Sugestão: Após avaliação do professor, o material produzido pode ser exposto em murais na escola e divulgado em redes sociais para compartilhar o conhecimento com a comunidade escolar.

Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRS EXPLICA. *Números dos plásticos e a sua saúde: algo no qual você devia prestar mais atenção*. 27 ago. 2017. 03 min 13s. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=phG_BOadlbU. Acesso em: 06/2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (org.), et al. **Calor e temperatura**: um ensino por investigação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CRUZ, M. B.; CALLEGARIO, L. J.; ASTORI, S. Além dos livros: A utilização de lapbooks como recurso didático para desenvolver os níveis do conhecimento químico. **Ifes Ciência**, v. 10, n. 2, p. 1-10, 2024. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2457/1156>

Referências

De onde vem o plástico? Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=uV0R0f1sy4Q>

MARIA, L. C. de S. *et al.* Coleta seletiva e separação de plásticos. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 32-35, maio. 2003.

MATEUS, A. L. **Química na cabeça**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.

MUNDO DO PLÁSTICO. Densidade do plástico: o que é e para que serve? **Plástico Brasil**, jul. 2021.

PREISNER, T. C. M. Mochilas e malas utilizadas por alunos como tema motivador para a aprendizagem de polímeros. **Cadernos PDE**, versão online, v. 1, 2009.

Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2009_uel_quimica_md_tania_cristina_menck_preisner.pdf