



AS AÇÕES DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

The actions of high school students in inquiry-based activities in Science Education: a systematic literature review

Charles dos Santos Guidotti [charles.guidotti@furg.br]

Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Rua Coronel Francisco Borges de Lima, 3005, Bairro Bom Princípio, Santo Antônio da Patrulha, RS, Brasil.

Valmir Heckler [valmirheckler@furg.br]

Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF

Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Avenida Itália, Km 8, Bairro Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil.

Resumo

Neste artigo, é apresentado um estudo com o intuito de comunicar compreensões emergentes de uma revisão sistemática da literatura, com uma abordagem fenomenológica hermenêutica, acerca das ações dos estudantes em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza, a partir de artigos da Comunidade Científica. Os estudos foram coletados no Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto (Oasisbr), e um total de 32 artigos foram selecionados como *corpus* de análise. Trata-se de uma pesquisa qualitativa na qual, por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), emergiram três categorias: 1) Atividades de investigação associadas à experimentação; 2) Ações investigativas dos estudantes: habilidades e competências; 3) Investigação dialógica com interação e colaboração em grupos. Os resultados indicam um engajamento ativo e participativo dos estudantes nessas atividades, destacando-se a resolução de problemas práticos, práticas experimentais, leitura, escrita, trabalho em equipe, formulação de hipóteses e comunicação. O envolvimento em atividades de pesquisa/investigação em grupos também promove a participação, argumentação e compartilhamento de informações, apesar dos desafios, incentivando a interação social e a autonomia na busca e sistematização de informações.

Palavras-Chave: Ensino Médio; Investigação; Ensino por Investigação; Ensino de Ciências; Atividades Colaborativas.

Abstract

In this article, a study is presented with the purpose of communicating emerging insights from a systematic literature review using a hermeneutic phenomenological approach regarding students' actions in research activities in high school, specifically in the Natural Sciences field, based on articles from the Scientific Community. The studies were collected from the Brazilian Portal of Open Access Scientific Publications and Data (Oasisbr), and a total of 32 articles were selected as the corpus for analysis. This is qualitative research in which, through Discursive Textual Analysis (ATD), three categories emerged: 1) Investigation activities associated with experimentation; 2) Students' investigative actions: skills and competencies; 3) Dialogical investigation with interaction and collaboration in groups. The results indicate active and participatory engagement of students in these activities, highlighting the resolution of practical problems, experimental practices, reading, writing, teamwork, formulation of hypotheses, and communication. Involvement in group research/investigation activities also promotes participation, argumentation, and information sharing, despite challenges, encouraging social interaction and autonomy in seeking and systematizing information.

Keywords: High School; Inquiry; Inquiry-Based Teaching; Science Education; Collaborative Activities.

INTRODUÇÃO

Neste artigo, apresentamos um estudo de revisão sistemática da literatura que buscou ampliar compreensões acerca das ações dos estudantes do Ensino Médio em atividades de investigação nas aulas de Ciências da Natureza. Essas compreensões foram construídas por meio de uma abordagem fenomenológica hermenêutica (Bicudo, 2020, 2021; Moraes & Galiazzi, 2016), utilizando a análise de artigos publicados em periódicos científicos nacionais a partir do ano 2000.

O significado de ensinar Ciências por meio da investigação em sala de aula é polissêmico, com isso encontramos na literatura e em documentos nacionais e internacionais diferentes entendimentos e abordagens. Guidotti e Heckler (2017) ao analisarem concepções presentes em documentos americanos e brasileiros, identificam duas abordagens distintas acerca do termo "investigação". O primeiro sentido refere-se à aprendizagem por investigação (*Inquiry learning*), na qual os estudantes aprendem Ciências ao se envolverem em processos de investigação científica, seguindo uma abordagem semelhante à dos cientistas. O segundo sentido está relacionado ao ensino por investigação (*inquiry teaching*), que se configura como uma estratégia de ensino para desenvolver as habilidades dos estudantes na compreensão dos saberes científicos. Compreende-se que existem discussões diversas sobre o que é o ensino por investigação e como ele pode ser implementado em sala de aula, resultando em duas abordagens principais: "[...] uma delas associada à investigação como forma pela qual ocorre a abordagem de conteúdos e a outra vinculada à investigação como um objetivo da formação" (Sasseron, 2021, p. 4).

Segundo Guidotti e Heckler (2017), a incorporação da investigação em sala de aula, seja na Educação Básica ou na formação de professores, demanda ações pedagógicas e epistemológicas por parte do professor. Dessa forma, a investigação é entendida como uma abordagem de ensino em que os estudantes exploram fenômenos naturais, utilizando seus conhecimentos e experiências prévias, formulando perguntas, resolvendo problemas e criando respostas. Nessa perspectiva, Sasseron (2021) apresenta diferentes concepções do ensino por investigação, argumentando que ele pode ser tanto uma forma de ensinar quanto um objetivo em si, indicando que pode constituir uma abordagem didática.

Outro termo emergente na literatura é a investigação dialógica (*Dialogic Inquiry*) no Ensino de Ciências (Wells, 2016). Essa perspectiva de investigação é reconhecida como uma estratégia didático-pedagógica desencadeada pela problematização, envolvendo questionamentos dos estudantes e professores ao utilizar, de forma coletiva, informações e linguagem científica para construir, negociar e comunicar significados na sala de aula de Ciências (Guidotti & Heckler, 2021). Nesse sentido, destaca-se a importância de os professores incluírem, no planejamento das atividades investigativas, a promoção das "[...] interações dos estudantes com os fenômenos, os fatos e as informações e, com isso, permitir que investigações sejam concretizadas pelos alunos" (Sasseron, 2021, p. 4).

É importante registrar que existe aproximações entre os termos pesquisa e investigação em sala de aula na literatura. O estudo de Pauletti (2018) identificou duas concepções principais de pesquisa - educação pela pesquisa/pesquisa em sala de aula e ensino por investigação - como princípios educativos no Ensino de Ciências, voltados, principalmente, para a Educação Básica no contexto brasileiro, mas que também podem se estender ao Ensino Superior e a outras áreas. O estudo de Pauletti (2018) envolveu a análise da produção de doutores nacionais que publicaram estudos envolvendo expressões como "educar pela pesquisa", "pesquisa em sala de aula", "investigação na sala de aula", "ensino pela pesquisa", "investigação na escola", "educação pela pesquisa", "sala de aula com pesquisa", "aulas investigativas", "aula investigativa", "ensino por investigação" e "aprendizagem por investigação". Essa variedade de termos indica a existência de polissemia na definição dos conceitos de pesquisa e investigação.

Além disso, em um estudo de revisão sistemática realizada por Reis, Bevilacqua e Silva (2021), foram encontrados 20 artigos com foco na Educação Básica que abordam o Ensino de Ciências por Investigação no contexto brasileiro. Ao analisar os textos com enfoque no Ensino Médio, os pesquisadores observaram que 50% deles consistiam em atividades aplicadas em turmas do Ensino Médio integrado. Entre os possíveis fatores indicados, destacam-se os planos de carreira dos professores, que oferecem incentivos para estudos em mestrados e doutorados, bem como "[...] o regime de dedicação exclusiva na maioria dessas instituições, circunstância que permite ao professor mais tempo para preparo de aula e desenvolvimento de pesquisa" (Reis, Bevilacqua, & Silva, 2021).

Vilaça e Bertini (2022) realizaram um estudo bibliográfico abrangendo o período de 2015 a 2020, que destaca o ensino investigativo como uma estratégia metodológica viável para promover a alfabetização

científica. Durante sua análise, os autores identificaram oito pesquisas nacionais que abordavam o ensino por investigação como uma metodologia potencial para alcançar a alfabetização científica. Esses estudos evidenciam a investigação no contexto do Ensino de Ciências também é considerada um meio de promover a aprendizagem por investigação (*Inquiry learning*) e o ensino por investigação (*Inquiry teaching*).

De acordo com a revisão da literatura realizada por Guidotti e Heckler (2018) em periódicos nacionais sobre a formação de professores de Ciências da Natureza (Química, Física, Biologia) e, Matemática, constata-se, com base na análise de 35 estudos, que a introdução de práticas investigativas em sala de aula é influenciada pelas diversas concepções de ensino adotadas pelos professores. No estudo de Munford e Lima (2007), são discutidas diferentes abordagens de ensino por investigação, além de serem apresentadas três concepções equivocadas frequentemente associadas à prática de investigação no Ensino de Ciências. Segundo as autoras, essas concepções incluem a crença de que o ensino por investigação envolve necessariamente atividades práticas ou experimentais, ou que se restrinja a elas; a noção de que o Ensino de Ciências por investigação envolve apenas atividades "abertas", nas quais os estudantes têm total autonomia para escolher questões, determinar procedimentos para a investigação e decidir como analisar seus resultados; e a compreensão de que é possível ensinar todo o conteúdo por meio de uma abordagem investigativa (Munford & Lima, 2007).

No contexto abordado, Sá, Lima e Aguiar (2011) destacam que o ensino por investigação pode englobar uma ampla gama de atividades, tanto experimentais quanto não experimentais. Os autores enfatizam que tais atividades devem ser centradas nos estudantes, promovendo o desenvolvimento de sua autonomia, capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, e de se apropriar dos conceitos das Ciências da Natureza. Neste contexto, surge o questionamento sobre o que é comunicado nos artigos da comunidade científica acerca das ações que os estudantes desenvolvem em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio?

Neste estudo, busca-se comunicar compreensões em torno das ações desenvolvidas pelos estudantes do Ensino Médio ao participarem de atividades de pesquisa/investigação nas aulas de Ciências da Natureza. Trata-se de uma revisão sistemática que está associada ao contexto em que a pesquisa e a investigação emergem como possíveis estratégias de Ensino de Ciências em sala de aula. Optou-se por focar a revisão no Ensino Médio, o que se justifica pelo fato de que, neste nível de educação, a área de Ciências da Natureza está claramente organizada de forma disciplinar, abrangendo os campos específicos de Química, Física e Biologia. Essa abordagem possibilita uma análise das práticas pedagógicas e do potencial impacto das atividades de pesquisa/investigação no desenvolvimento das ações dos estudantes nesse contexto educacional.

CAMINHO METODOLÓGICO

Este estudo foi conduzido sob uma abordagem qualitativa na perspectiva de constituir uma revisão sistemática. Essa perspectiva é definida como "[...] um tipo de investigação focada em uma questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis" (Galvão & Pereira, 2014, p. 183). Para isso, o estudo seguiu oito etapas básicas: 1) definição da questão de pesquisa; 2) escolha das fontes de dados; 3) criação dos descritores de busca; 4) busca e armazenamento dos resultados; 5) seleção dos critérios de inclusão e exclusão das publicações; 6) extração de dados; 7) avaliação das publicações; e 8) síntese e interpretação dos dados (Costa & Zolltowski, 2014).

A primeira etapa do caminho metodológico, consistiu na formulação da questão de pesquisa, assumindo-se a perspectiva fenomenológica hermenêutica (Bicudo, 2020), como pesquisadores que buscam comunicar compreensões emergentes. Nesse processo, a questão norteadora que emergiu nesta revisão foi: o que se mostra das ações dos estudantes envolvidos em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio na Área de Ciências da Natureza em estudos da Comunidade Científica?

A perspectiva fenomenológica-hermenêutica adotada é expressa na lógica do "que se mostra", que está presente no questionamento norteador deste estudo. Dentro do contexto da pesquisa qualitativa, isso significa que esta é "[...] uma lógica que caminha junto à interpretação dos dados construídos pela pessoa - e sua equipe - que investiga o indagado, os quais são expressos em textos, mediante uma linguagem" (Bicudo, 2021, p. 551). Dessa forma, os autores deste estudo buscam analisar, de maneira interpretativa e cuidadosa, as ações dos estudantes envolvidos em atividades de pesquisa/investigação no contexto escolar,

com base em textos científicos. Ao comunicar suas análises, eles expressam as compreensões que foram reveladas (se mostraram) ao longo do processo.

A compreensão das ações dos estudantes, conforme comunicadas nos textos analisados, é realizada a partir de uma abordagem sociocultural, que considera que toda ação humana é mediada (Wertsch, 1993). Isso significa que, ao buscar significar as ações desenvolvidas pelas pessoas, elas emergem interligadas com os meios mediacionais utilizados pela pessoa que age. Ao se assumir “[...] a ação humana como a unidade de análise para a pesquisa sociocultural significa que ela serve como o objeto fundamental para ser descrito e interpretado” (Wertsch, 1998, p. 60). Nesse sentido, no estudo, pressupõe-se que os registros escritos a serem analisados expressam as ações dos estudantes envolvidos em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio na Área de Ciências da Natureza de forma integrada e irredutível aos meios mediacionais utilizados.

Na etapa 2 do estudo, para a fonte das informações coletadas, definiu-se a base de dados do Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto (Oasisbr), mantido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), que é um portal multidisciplinar de busca de publicações científicas em acesso aberto e gratuito. A base de dados do Oasisbr contém diversas publicações, tais como dissertações, artigos, teses, trabalhos de conclusão de curso, artigos de conferência, relatórios, livros, capítulos de livros e revisões de autores vinculados a universidades e institutos de pesquisa brasileiros (Brasil, 2023).

Na produção das informações foram selecionadas publicações no formato de artigo. Foram utilizados os descritores "Projeto de Investigação" ou "Projeto de Pesquisa", juntamente com "Ensino Médio". A busca ocorreu durante o segundo semestre de 2022, considerando a questão temporal inicial do ano de 2000. Na quarta etapa da pesquisa, na busca e armazenamento das informações foi realizada com auxílio de planilha eletrônica, em que se registrou inicialmente 89 estudos. No quinto momento do estudo, foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos previamente recuperados, utilizando critérios de inclusão e exclusão para selecionar apenas aqueles que evidenciassem a relação com o Ensino Médio e indicam ações dos estudantes em atividades de pesquisa/investigação. Neste movimento foram selecionados 32 artigos para constituir o corpus de análise, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos selecionados para o corpus de análise da pesquisa

Código	Autores	Título	Ano de Publicação
A1	RIBEIRO, Thiago Vasconcelos., GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi.	O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio	2015
A2	ADMIRAL, Tiago.	Ensino de Física por Investigação: Usando o Arduíno como Ferramenta Educacional	2020
A3	ZULLIANI, Sílvia Regina Quijadas Aras., et al.	O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão	2012
A4	TRÓPIA, Guilherme.	Entre relações com o saber: a professora e seus alunos no ensino de biologia por atividades investigativas	2016
A5	FIALHO, Janaiana.	Experiência com estudantes do ensino médio através da pesquisa escolar orientada	2013
A6	BELMONT, Rachel Saraiva., PEREIRA, Marta Máximo., LEMOS, Evelyse dos Santos.	Integrando Física e Educação Física em uma atividade investigativa na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa	2016
A7	CARVALHO, Anna Maria Pessoa de., SASSERON, Lúcia Helena.	Ensino de Física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura	2016
A8	BORGES, Antonio Tarciso., BORGES, Oto., VAZ, Arnaldo.	Os planos dos estudantes para resolver problemas práticos	2005

Código	Autores	Título	Ano de Publicação
A9	FARIA, Alexandre Fagundes., Vaz, Arnaldo Moura.	Engajamento de estudantes em investigação escolar sobre circuitos elétricos simples	2021
A10	MARTINS, Vagner José., <i>et al.</i>	A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água	2016
A11	BORGES, Antonio Tarciso., RODRIGUES, Bruno Augusto.	O ensino da física do som baseado em investigações	2008
A12	NOGUEIRA, Sonia Regina Alves., <i>et al.</i>	A game? A lesson? A “game-lesson”: a strategy for knowledge appropriation based on group research	2018
A13	LEÃO, Juliana Lepsch Bull Massi., MACEDO, Margarete Valverde de.	Learning biology with insects in the field: a didactic sequence proposal with investigative approach to high school	2021
A14	MIGUEL, Kassiana da Silva., <i>et al.</i>	A abordagem didático-investigativa no ensino médio: um estudo acerca do DNA	2014
A15	MIRANDA, Mayara de Souza., MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro., SUART, Rita de Cássia.	Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente	2015
A16	TEBALDI-REIS, Larissa., <i>et al.</i>	Investigative activities as promoters of argumentation in science teaching	2022
A17	FERREIRA, Marcello., <i>et al.</i>	Uma proposta de ensino investigativo sobre a física moderna e contemporânea: o efeito fotoelétrico	2018
A18	XAVIER, Lucas Antonio., <i>et al.</i>	Utilizando a computação em nuvem na orientação de trabalhos para feiras de ciências	2018
A19	BALDAQUIM, Matheus Junior., <i>et al.</i>	Investigative experimentation in chemistry teaching: building a liquid tower	2018
A20	REIS, Jáina Araújo., MARQUES, Renata Martins., DUARTE., Enios Carlos.	Análise da produção argumentativa com uso de jogo didático investigativo em uma aula de Biologia	2020
A21	GOI, Mara Elisângela Jappe., SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos.	Laboratório experimental e resolução de problemas: construção do conhecimento químico	2020
A22	JULIO, Josimeire., VAZ, Arnaldo., FAGUNDES, Alexandre.	Atenção: alunos engajados - análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação	2011
A23	PANTALEÃO, Dilene de Lima., VASCONCELOS, Simao.	A pesquisa científica no ensino médio: uma proposta de ensino por investigação sobre o conteúdo “Artrópodos peçonhentos”	2021
A24	GUIMARÃES, Ricardo Rangel., MASSONI, Neusa Teresinha	Relato crítico de uma experiência didática acerca de uma temática científica aplicada na educação básica: algumas reflexões epistemológicas e a defesa de um ensino de ciências fundamentado na argumentação dialógica	2020
A25	LUCA, Anelise Grünfeld de., <i>et al.</i>	As marcas de aprendizagem por meio da pesquisa, da escrita e da leitura de livros de divulgação científica: uma possibilidade para a sala de aula	2018
A26	SILVA, Adjane da Costa Tourinho e., <i>et al.</i>	Inquiry-based teaching and Forensic Sciences: possibilities to scientific literacy	2022

Código	Autores	Título	Ano de Publicação
A27	SENRA, Clarice Parreira., BRAGA, Marco Antonio Barbosa.	Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional	2013
A28	TOGNON, Michele Eidt., OLIVEIRA, Patrícia Carla de.	Ensino de Botânica por investigação: promovendo a alfabetização científica no ensino médio	2021
A29	MEDEIROS, Denise Rosa., GOI, Mara Elisângela Jappe.	Problem Solving as an Investigative Methodology in Natural Science Teaching	2020
A30	PAIVA, Humberto Alencar de., ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de.	Utilização do enfoque CTS no Ensino Médio Técnico do CEFET-MG: um caminho para a formação cidadã no ensino profissional	2016
A31	LEAL, Rodrigo Rozado., SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina., PEDROSO, Giovanni Bressiani.	Experimentação investigativa em Eletroquímica e argumentação no Ensino Médio em uma Escola Federal em Santa Maria/RS	2019
A32	PEREIRA, Marta Maximo.	Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade	2013

Registra-se, a partir do Quadro 1, quantitativamente uma evolução na última década de trabalhos publicados e que foram selecionados para análise neste estudo. No período até o ano de 2012, foram registrados 4 (quatro) trabalhos, o que representa 12,5% do total analisado. Em contrapartida, de 2013 a 2022, concentra-se 87,5% dos estudos analisados (28 artigos).

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

A partir dos estudos selecionados, para desenvolver a etapa 6 e 7 utilizou-se os pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2016) como forma de organizar as informações e desenvolver a análise dos estudos. Nesse movimento, constituíram-se unidades de significado, codificação dos estudos e uma breve descrição de cada um dos textos em análise, conforme recorte do Quadro 2.

Quadro 2 – Recorte da planilha com a organização das informações no processo de unitarização

Código	Unidades de Significado	Descrição
A1. U1	Os alunos realizaram um estudo sobre aparelhos tecnológicos na abordagem CTSA (...) em atividade com horário distinto ao das aulas regulares de Física.	Desenvolveu-se uma intervenção com foco na pesquisa sobre aparelhos na abordagem CTSA; estruturado em três momentos: problematização, metodologias de trabalho e avaliação terminal da aprendizagem e do ensino foi solicitado, aos alunos, que se organizassem em grupos para realizarem pesquisas acerca de um dentre 12 temas predeterminados, relacionados, seja por princípio ou funcionamento, com o espectro eletromagnético. As atividades aconteciam em horário distinto ao das aulas regulares de Física.
A1. U2	Alguns alunos procuravam os professores, durante os intervalos das aulas, a fim de esclarecerem dúvidas de diversos aspectos da pesquisa, sobretudo em relação ao tópico que deveria relacionar o tema pesquisado por eles com as teorias ensinadas em sala de aula.	
A1. U3	As atividades estiveram ora centradas nos professores (planejamento e escolha dos temas; aulas regulares) ora centradas nos alunos (investigações sobre os temas; produção dos relatórios escritos; debate) e, por vezes, em diálogos entre pesquisadores e alunos (encontros para orientação)	

Código	Unidades de Significado	Descrição
A2. U1	Após a exibição dos vídeos foi proposta pelos próprios alunos a situação problema, que era manter controlada a temperatura de um aquário. A situação-problema não foi imposta pelo professor, mas emergiu da conversa dos próprios participantes.	O artigo apresenta uma experiência de Ensino de Física por investigação, utilizando-se de ferramentas tecnológicas com o Arduino. A experiência foi desenvolvida com 14 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, em atividades no contraturno, com a finalidade de produção de um protótipo que seria apresentado em uma feira.
A2. U2	Os alunos se engajaram em descobrir as funcionalidades, limites e possibilidades de partes específicas do projeto.	
A2. U3	Durante a montagem do protótipo, os alunos se depararam com algumas dificuldades de ordem prática, entretanto, conseguiram superar pesquisando por conta própria e buscando informações.	
A4. U1	Ele (o estudante) atribui valor às aulas de Biologia da professora Natália por causa da observação das questões que são discutidas em aula, em referência às práticas experimentais que realizam. A observação dos fenômenos estudados constitui um importante processo da atividade científica.	Esta pesquisa tem como objetivo investigar relações de uma professora e alunos com o saber no ensino de biologia por atividades investigativas. A pesquisa se inspira nos estudos da relação epistêmica com o saber de Bernard Charlot. Os dados foram produzidos em aulas de Biologia por atividades investigativas e entrevistas semiestruturadas.
A3. U1	Cada grupo discutiu e anotou suas hipóteses - entendidas, aqui, como toda interpretação discursiva produzida pelo aluno para explicar os fenômenos observados. Pedimos, então, que sugerissem um procedimento experimental para testar suas hipóteses. Neste trabalho foram analisadas somente as hipóteses formuladas pelos alunos tendo em conta as questões dois e três.	Os dados coletados referem-se a três turmas (uma delas cursando o 1º, outra o 2º e a última o 3º Ano) totalizando oitenta alunos. Cada Ano conta com duas aulas semanais de Química. As turmas, separadamente, foram divididas em grupos de cinco a oito alunos. A atividade de ensino baseou-se na investigação dos conceitos envolvidos na combustão de uma vela, dentro de um recipiente fechado. Buscou-se mapear os obstáculos epistemológicos presentes nos registros dos estudantes.
A3.U2. p.108	Os alunos elaboraram suas respostas tendo em conta as concepções alternativas ou espontâneas que possuem, e, a partir delas, estabelecem relações de causa e efeito para a ocorrência dos fenômenos por eles observados.	
A3.U3. p.109	"[...] argumentos apresentados pelos alunos às duas questões de investigação, a ocorrência de obstáculos realistas.	

No Quadro 2, são constituídos os códigos com (A), referentes aos artigos, e o número correspondente; "U" representa a unidade de análise coletada ou descrita a partir do texto; "p" refere-se à página do artigo de onde a unidade de significado foi retirada, especialmente quando se trata de uma citação direta. Portanto, quando aparece o código U4.U3.p.109, ele se refere ao trabalho em análise com um número de identificação atribuído a ele. "U3" refere-se à terceira unidade de significado extraída do texto, enquanto "p.109" indica a página do texto onde essa informação foi encontrada. Na coluna "Unidades de Significado", as unidades extraídas ou cocriadas a partir de cada fragmento de texto estão organizadas, enquanto na coluna "Descrição" criou-se uma contextualização para situar o foco do estudo em análise.

No processo de unitarização foram constituídas as unidades de significado, que buscavam nos estudos em análise, a descrição e os sentidos atribuídos às ações dos estudantes envolvidos em atividade de pesquisa/investigação no Ensino Médio. Após a unitarização, partiu-se para o processo de categorização no qual emergiram três categorias finais: i) Atividades de investigação associadas a experimentação; ii) Ações Investigativas dos Estudantes: habilidades e competências; iii) Investigação Dialógica com interação e colaboração em grupos, conforme exemplificado no quadro 3.

Quadro 3 – As categorias emergentes na análise interligadas as categorias intermediárias

Categorias intermediárias	Categoria i) Atividades de investigação associadas a experimentação	Código
	Os estudantes propõem situações-problema	1
	Constituição de hipóteses e experimentos	2
	Resolução de problemas com hipóteses, testagem e construção de argumentos	3
	Elaboração de experimentos e relatórios com dados e argumentos	4
	Definir estratégias e testá-las para resolver o problema experimental	5
	Realizar coleta de informações teóricas, analisar experimentos e comunicar resultados	6
	Desenvolver e testar hipóteses com medidas de grandezas	7
	Observação, formulação de hipóteses, interpretação de resultados e conclusão	8
Categorias intermediárias	Categoria ii) Ações investigativas dos estudantes: habilidades e competências	
	Os estudantes realizam estudos fora da aula	9
	Buscam orientações dos professores em horários diferentes	10
	Desenvolvem leitura e escrita	11
	Discutem problemas experimental e levantam hipóteses	12
	Leem artigos científicos para compreender o trabalho dos cientistas	13
	Comunicação de resultados e solução de problemas	14
	Predizem, observam e explicam o fenômeno observado	15
	Elaboram maquetes e representações	16
Criam conclusões, comunicam e são questionados em grupos	17	
Categorias intermediárias	Categoria iii) Investigação dialógica com interação e colaboração em grupos	
	Ações de pesquisa acontecem com atividades dos professores, estudantes e diálogos colaborativos	18
	Exposição de pensamentos a partir de situações do cotidiano.	19
	Orientação na organização de referências e fontes de informações	20
	Trabalho em grupo e comunicação de compreensões	21
	Discussões e observações das práticas levam à valorização das aulas	22
	Dialogar com a comunidade em busca de parceria	23
	Produção de materiais e discussões em grupos	24
	Trabalho em grupo e resposta a questões elaboradas pelo professor	25
	Os estudantes são envolvidos em discussões a partir de uma unidade didática	26
Estudantes organizados em grupos recebem informações, discutem e constroem respostas	27	

No Quadro 3, são delineadas as três categorias finais de análise, resultantes do processo de categorização que envolve o estabelecimento de relações entre as unidades de significado alinhadas à questão de pesquisa. Esse processo configura-se como um sistema estruturado, complexo, intuitivo e auto-organizado, representando um movimento de agrupamento das unidades de significado. Além disso, destaca-se o movimento de auto-organização das 27 categorias intermediárias, cada uma identificada por um código de 1 a 27. Estas categorias intermediárias possibilitam aos pesquisadores a estruturação das categorias finais, desempenhando, simultaneamente, um papel central na construção dos argumentos que comunicam as compreensões do estudo presentes no metatexto.

No sétimo movimento do estudo, avaliou-se os aspectos gerais emergentes em cada categoria que constituem a escrita em cada uma das categorias da análise. Após a avaliação preliminar das informações e com o objetivo de comunicar compreensões emergentes de forma fenomenológica sobre a questão em estudo, iniciou-se a síntese e interpretação dos estudos, elaborando um metatexto que se relaciona com as unidades de significado coletadas na análise. Esse processo é parte do oitavo movimento do estudo, que envolve a interpretação e comunicação das compreensões em torno das categorias emergentes da ATD.

SÍNTESE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS EM FORMA DE METATEXTO

A síntese e interpretação dos resultados estão organizadas em forma de metatexto, no qual são apresentadas as três categorias centrais que emergiram a partir da análise dos estudos selecionados: Atividades de Investigação associados a experimentação, Ações Investigativas dos Estudantes (habilidades e competências) e Investigação Dialógica com interação e colaboração em grupos, relacionadas às ações dos estudantes envolvidos em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio na Área de Ciências da Natureza.

I) Atividades de investigação associados a experimentação

Neste item, são detalhadas as ações dos estudantes, relatadas nos estudos em análise, em relação às atividades investigativas relacionadas à experimentação. Isso inclui a proposição de situações-problema, a formulação e refutação de hipóteses em atividades em grupo com a orientação do(s) professor(es). Os alunos estiveram envolvidos nessas atividades, conforme evidenciado em duas situações iniciais distintas. No primeiro caso, mencionado em Admiral (2020), os alunos propuseram uma situação-problema após assistirem a vídeos que mostravam como controlar a temperatura de um aquário usando o Arduino. Os autores mencionados relatam a experiência realizada com 14 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, em atividades realizadas no contraturno, com o objetivo de desenvolver um protótipo a ser apresentado em uma feira de Ciências. Conforme Admiral (2020), a situação-problema surgiu da própria conversa entre os estudantes, não sendo imposta pelos professores.

No segundo estudo, conduzido por Baldaquim *et al.* (2018), os alunos foram organizados em grupos e formularam uma hipótese, seguida de uma atividade experimental com base em um roteiro pré-estabelecido. No entanto, por meio de suas próprias observações e conclusões, eles refutaram a hipótese inicialmente proposta. Esse estudo utilizou a prática investigativa com alunos do primeiro Ano do Ensino Médio, explorando os três momentos pedagógicos¹ conhecidos como problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Na análise do artigo de Baldaquim *et al.* (2018), observou-se que o professor esclareceu conceitos importantes, como a diferença entre peso e densidade, assim como entre mistura homogênea e heterogênea, com o objetivo de corrigir o uso inadequado da expressão "vão misturar".

A partir dos estudos Admiral (2020); Baldaquim, *et al.* (2018), é possível significar que existe uma perspectiva de participação de estudantes do Ensino Médio em atividades investigativas, como a proposição de situações-problema e a formulação e refutação de hipóteses em atividades em grupo com a ajuda dos professores. Os referidos estudos evidenciam que os alunos foram capazes de realizar atividades experimentais seguindo um roteiro pré-estabelecido e refutaram suas hipóteses com base em suas próprias observações. Além disso, os professores forneceram orientações importantes durante a realização das atividades para corrigir possíveis equívocos.

¹ Os autores citam que a prática investigativa foi conduzida com base na metodologia proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Em Zulliani *et al.* (2012) registra-se que os alunos do primeiro, segundo e terceiro Ano do Ensino Médio foram encorajados a discutir e registrar suas hipóteses como interpretações discursivas para explicar os fenômenos e conceitos observados em atividades investigativas relacionadas à combustão de uma vela. Os autores buscaram utilizar as hipóteses formuladas e registradas pelos estudantes para mapear obstáculos epistemológicos. No estudo de Goi e Santos (2020) registra-se que “[...] após a realização das atividades práticas de Resolução de Problemas, os estudantes realizaram debates relacionados às estratégias utilizadas, resultados obtidos, erros ou imprevistos ocorridos, conceitos adquiridos (...)” (Goi & Santos, 2020, p. 16).

No estudo de Belmont e Lemos (2016), destaca-se que as ações envolviam incentivar os alunos, organizados em grupos, a desenvolver uma situação-problema relacionada à percepção de que a velocidade adquirida por uma bola ao ser chutada depende, entre outros fatores, da forma como o movimento é realizado. Essa atividade investigativa abordava conceitos comuns à Física e à Educação Física em um contexto interdisciplinar. Os grupos foram formados pelos próprios alunos, com o objetivo de elaborar um experimento que solucionasse um problema proposto, incentivando a interação social. Os referidos autores relatam que cada grupo elaborou um relatório sobre a experiência realizada como parte da intervenção. O relatório continha dados obtidos e argumentos usados pelos alunos. A escrita foi usada como forma de potencializar a aprendizagem, auxiliando na construção pessoal do conhecimento.

Compreende-se nessa análise que existe uma diversidade de formas de envolver os estudantes em atividades de pesquisa e ou investigação no contexto escolar, em que emerge o elemento dialógico como um dos meios de desenvolver a prática investigativa. Como em Zulliani *et al.* (2012), registra-se o envolvimento ativo por meio da discussão e registro de hipóteses para explicar fenômenos observados, e em seguida propuseram procedimentos experimentais para testá-las. Em contrapartida no estudo Belmont e Lemos (2016), eles foram organizados em grupos para elaborar um experimento visando solucionar um problema proposto, incentivando a interação social. Ou seja, o envolvimento ativo dos estudantes pode assumir diferentes perspectivas metodológicas e epistemológicas, destacando-se a discussão, o registro, a explicação, a proposição de experimento, a organização em grupo e, a solução de problema, no viés de assumir a importância da interação social no processo, para além do que acontece com e a partir de um experimento.

O artigo de Leal e Araújo (2016) discute como as atividades investigativas, com diferentes níveis de abertura, relacionadas à temática eletroquímica, podem promover a argumentação em estudantes do Ensino Médio. Durante as atividades de laboratório, os alunos propuseram testes em suas baterias de limão e observaram a eletrólise da água usando um tubo de Hoffmann. O estudo de Borges e Rodrigues (2008) descreve que a atividade de investigar fenômenos sonoros exigiu que os alunos planejassem sua realização, formulando hipóteses e selecionando as quantidades a serem medidas. Somente após essa etapa, os alunos estariam prontos para testar a validade de suas hipóteses. Dessa forma, os estudantes demonstraram engajamento na proposição e execução de atividades investigativas em uma temática específica, ao mesmo tempo em que foram desafiados a desenvolver habilidades como a formulação de hipóteses e o planejamento de experimentos.

No estudo de Carvalho e Sasseron (2016), registra-se que o objetivo foi envolver os estudantes do Ensino Médio em sequências investigativas com foco na enculturação científica. Cada atividade investigativa proposta começava com um problema que os alunos tinham que resolver para formular hipóteses. Em seguida, eles testam essas hipóteses e argumentam, mostrando a estrutura de seus pensamentos. No artigo de Miguel *et al.* (2014), destaca-se a importância de os alunos levantarem hipóteses, com a orientação do professor. O estudo ressalta que o professor desempenha o papel de problematizar as ideias apresentadas pelos alunos e direcionar a coerência de algumas delas, sem fornecer a resposta. Os alunos descrevem suas resoluções e as compartilham com a turma.

No estudo de Leão e Macedo (2021), os estudantes são envolvidos em atividades que abrangem observação, formulação de hipóteses, interpretação dos resultados e conclusões. A temática central envolve a observação de insetos e do ambiente em que estão inseridos. Por meio de uma pergunta inicial e situações-problema, os alunos formularam hipóteses como resposta aos seus próprios questionamentos. Segundo os referidos autores, durante as pesquisas e discussões em sala de aula, os estudantes tiveram a oportunidade de colaborativamente interpretar os resultados, confrontar suas observações com informações obtidas por meio de pesquisas e, avaliando as evidências, chegaram a conclusões (Leão & Macedo, 2021).

No estudo de Borges, Borges e Vaz (2005), descreve-se que os professores apresentam os problemas, enquanto os estudantes elaboram e avaliam em grupos os planos de solução. Por outro lado, no artigo de Medeiros e Goi (2020), destaca-se que o envolvimento dos estudantes em atividades práticas contribui para a correção de respostas a questionamentos na sala de aula. No estudo de Martins *et al.* (2016), aponta-se que durante os estudos, alguns alunos avançaram e trouxeram textos que consideraram relevantes para o trabalho, “[...] bem como pesquisaram na internet; desenvolveram a coleta de amostras de água, fazendo a análise; os alunos compilaram os resultados obtidos e os apresentaram à comunidade escolar (...)” (Martins *et al.*, 2016, p. 5).

Ao analisar as ações dos estudantes envolvidos em atividades de pesquisa/investigação, emergem como principais ações:

- Propõem situações-problema.
- Constituem hipóteses e experimentos.
- Resolvem problemas utilizando hipóteses, realizando testes e construindo argumentos.
- Elaboram experimentos e relatórios utilizando dados e argumentos.
- Definem estratégias e as testam para resolver problemas experimentais.
- Realizam a produção de informações teóricas, analisam experimentos e comunicam resultados.
- Desenvolvem e testam hipóteses utilizando medidas de grandezas.
- Observam, formulam hipóteses, interpretam resultados e comunicam conclusões.

Significa-se que entre as principais emergências dos estudos analisados, nesta categoria, é a de que as ações dos estudantes abrange a elaboração de relatórios contendo dados e argumentos a partir da experiência realizada em grupo; resolução de problemas para levantar hipóteses; teste das hipóteses e argumentação para mostrar a estrutura de seus pensamentos; levantamento de hipóteses com ações guiadas pelo professor, que tem o papel de problematizar as ideias apresentadas pelos alunos e direcionar a coerência de algumas delas, sem dar a resposta; e descrição das resoluções e exposição para a turma. A escrita também foi mencionada como uma forma de propiciar a aprendizagem e auxiliar na construção pessoal do conhecimento.

II - Ações Investigativas dos Estudantes: habilidades e competências

Nesta categoria, discorre-se em torno das habilidades e competências descritas nos textos que compõem o corpus desta pesquisa. Seguindo as ideias de Morreto (2007), as habilidades estão relacionadas ao saber fazer, enquanto as competências são um conjunto de habilidades desenvolvidas. Em outras palavras, as competências referem-se a processos cognitivos e abrangem um conjunto de habilidades, que por sua vez estão conexas com ações e procedimentos.

Corroborando com essas ideias, e seguindo Zabala (1998), as competências se relacionam aos conteúdos atitudinais e as habilidades aos conteúdos processuais. Seguindo esse entendimento, nos artigos em análise identificamos competências (conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos) e habilidades (atitudes e normas de caráter cognitivo, afetivo e comportamental) relacionadas ao desenvolvimento da investigação em sala de aula. Ao analisar as habilidades e competências dos estudantes envolvidos em atividades de investigação, emergem como principais ações:

- Leitura e escrita.
- Propõem hipóteses, problemas, questionamentos e perguntas.
- Identificar e localizar fontes de informações
- Argumentação, comunicação e comunicação do conhecimento.
- Predizem, observam e constituem caminhos de investigação.
- Colaboração e trabalho em equipe

A escrita e a leitura se mostram nos artigos analisados como habilidades fundantes no desenvolvimento de atividades investigativas em sala de aula. Ao apresentarem uma proposta de trabalho pautado no Educar pela Pesquisa, o estudo de Michels *et al.* (2017) evidência a partir de falas de estudantes do Ensino Médio a leitura e a escrita como significado de (re)construir conhecimento ao longo do processo investigativo, deste modo superando a ideia da escrita e leitura como movimento de cópia ou memorização de conceitos. Dialogando com essa ideia, ao discorrer sobre as marcas de aprendizagem por meio da pesquisa, a escrita e leitura são assumidos no trabalho de Luca *et al.* (2018) como elementos centrais do

fazer científico, bem como dos processos de (re)construção de conhecimentos conceituais das Ciências, além de proporcionar movimentos individuais e coletivos de aperfeiçoamento do próprio processo de investigação.

No estudo de Xavier *et al.* (2018) a escrita também é apresentada como movimento potente de significação do conhecimento em atividades investigativas. Ao estudar a utilização de um objeto digital no desenvolvimento de trabalhos investigativos para feira de Ciências, a pesquisa mostra que a produção de textos pelos estudantes oportuniza o trabalho cooperativo em sala de aula, além de possibilitar o diálogo e a reflexão em torno do objeto do conhecimento que os estudantes buscam conhecer melhor. Nesse contexto, a escrita dos estudantes é assumida não como um produto acabado, mas como um processo que compõe as ações a serem desenvolvidas em uma sala de aula que assume a investigação como princípio didático.

No trabalho de Carvalho e Sasseron (2015) a leitura de textos científicos originais, se mostra como meio de apresentar aos estudantes o trabalho realizado pelos cientistas, bem como as dificuldades enfrentadas por eles. Compreendemos que a leitura de textos científicos em uma sala de aula que assume a investigação com princípio didático, oportuniza aos estudantes o aprofundamento de conhecimentos, a ampliação do vocabulário e consequentemente interferir na reflexão e construção do conhecimento.

A busca e sistematização de informação se mostram nos estudos de Miguel *et al.* (2014), Guimarães e Massoni (2020) e Nogueira *et al.* (2018) como ações dos estudantes que favorecem a construção de argumentos em sala de aula. O trabalho de Guimarães e Massoni (2020), evidencia que o contato dos estudantes com materiais previamente selecionados pelo professor, tais como artigos, jornais científicos, vídeos e programas de televisão, fornece aos estudantes uma base teórica, possibilitando a construção de textos e diálogos argumentativos. No trabalho de Miguel *et al.* (2014) a associação da pesquisa em diferentes fontes de informação (internet, revistas, jornais, etc.) realizada pelos estudantes, com a pesquisa em textos de apoio fornecidos pelo professor, favoreceu a construção de compreensões de conceitos conexos ao estudo do DNA. Aprender a encontrar informações em materiais impressos, bem como avaliar e organizá-los é destacado no estudo de Nogueira *et al.* (2018), como oportunidade de levar os estudantes a uma pesquisa crítica e construtiva, que não seja baseada em informações encontradas na internet. Ao discorrerem em torno de uma proposta de um jogo-aula de Biologia Celular, os autores ressaltam que a disponibilização de materiais impressos despertou nos estudantes a curiosidade investigativa, uma vez que de posse de diferentes materiais, emergiram dúvidas e curiosidades acerca do tema em estudo.

A habilidade de trabalho em equipe pode ser considerada uma competência emergente nesta categoria. Nos estudos analisados encontram-se termos e expressões que indicam a investigação em sala de aula como um trabalho coletivo. Leal *et al.* (2019), ao discutirem como três atividades experimentais investigativas em eletroquímica, contribuam na promoção da argumentação de estudantes do segundo ano do Ensino Médio, anunciam que o trabalho em equipe oportuniza a interação e o diálogo entre os estudantes, a fim de buscarem os objetivos propostos, pensando em estratégias para a solução de problemas em torno tema em estudo. Nesse sentido, no estudo de Baldaquin *et al.* (2018) o trabalho em grupo favoreceu a proposição e refutação de hipóteses, a tomada de decisões e a análise de dados durante o desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa. Neste sentido, significamos que ao trabalhar em equipe, os estudantes aprendem a ouvir as ideias dos outros, compartilhar tarefas e responsabilidades, e tomar decisões em conjunto, habilidades essas fundamentais para o desenvolvimento de competências sociais, tais como comunicação, empatia e cooperação.

Nos estudos de Leal *et al.* (2019), Pereira (2013), Senra e Braga (2013) e Faria e Vaz (2019) a comunicação do conhecimento é expressa a partir de dois movimentos, considerados integrados e sobrepostos. Em Senra e Braga (2013), é observado que a comunicação do conhecimento acontece no interior da própria sala de aula, por intermédio da apresentação de propostas de construção de equipamentos que busquem a solução de um problema. Em outras palavras, no mesmo movimento que são produzidas as propostas, também compõe o processo investigativo a comunicação de compreensões. No trabalho de Pereira (2013), observamos o segundo movimento, que diz respeito à comunicação propriamente dita dos resultados do trabalho de investigação. No trabalho do autor, os estudantes socializam argumentos relacionados à solução de problemas propostos previamente após discussões em pequenos grupos de trabalho. Corroborando com esse movimento, nas experiências descritas por Leal *et al.* (2019) e Faria e Vaz (2019) ao final da atividade, desenvolvida em grupo, além de serem incentivados a apresentarem suas conclusões, os conhecimentos desenvolvidos são submetidos a questionamentos, validação e crítica do próprio professor e de colegas de outros grupos. Para além da comunicação oral de novas compreensões encontra-se nos estudos analisados a comunicação por meio da escrita de relatórios, relatos, desenhos e esquemas sistematizando o processo de investigação.

Por fim, registra-se que a formulação de hipóteses, previsão e a proposição de perguntas também são habilidades emergentes da análise dos estudos que compõem o corpus desta pesquisa. Com objetivo de identificar como uma atividade investigativa influencia a aprendizagem significativa de conceitos da Física, no estudo de Belmont, Pereira e Lemos (2016) os estudantes criam hipóteses a partir de um problema proposto pelo professor. Seguida da hipótese, a previsão é outra ação atribuída aos estudantes encontrada no artigo de Tognon e Oliveira (2021). De acordo com os autores este indicador é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que se sucede associado a certos acontecimentos. No estudo de Faria e Vaz (2021), a previsão está associada à ideia de comparar o previsto com o resultado de um experimento de circuitos simples com lâmpada, fios e uma pilha. Além disso, a proposição pelos estudantes de questões investigativas, acerca da mobilidade urbana, é apresentada como ação no trabalho de Paiva e Araújo (2016).

A partir dos estudos analisados, nesta categoria se mostrou que não basta solicitar aos estudantes que elaborem perguntas sobre determinada temática, mas é necessário o professor fornecer condições para tomarem consciência de outras possibilidades do tópico em questão. Além disso, significamos a leitura e a escrita, no contexto da investigação enquanto princípio didático-pedagógico como habilidades que oportunizam aos estudantes estabelecerem associações, elaborarem enunciados, a refletirem sobre os seus pensamentos e fenômenos de forma individual e coletiva, bem como a (re)construírem movimentos investigativos. Promover atividades investigativas em sala de aula, com a leitura e escrita possibilita envolver os estudantes na formulação de questionamentos e argumentos, oportunizando momentos de debate, diálogo e comunicação do conhecimento desenvolvido.

III – Investigação dialógica com interação e colaboração em grupos

Neste item da análise, destacam-se aspectos das ações desenvolvidas por estudantes no contexto do Ensino de Ciências que se aproximam da investigação dialógica em grupos. No trabalho de Ribeiro e Genovese (2015), discute-se que as atividades de ensino podem estar centradas em professores, alunos ou no diálogo entre professores e alunos. As atividades foram organizadas em um processo de intervenção com foco na pesquisa sobre aparelhos, dentro da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), estruturadas em três momentos: problematização, metodologias de trabalho e avaliação da aprendizagem. Os autores apontam que as atividades, em alguns momentos, concentram-se no planejamento e escolha dos temas pelos professores, em outros momentos nas investigações, produção de relatórios escritos e debates pelos alunos, e ocasionalmente envolvem encontros para orientação.

Na análise do texto de Goi e Santos (2020), é observado que, em certos momentos, os alunos encontram dificuldades em trabalhar em grupo e em estruturar diferentes estratégias para solucionar um problema. Segundo os autores, isso ficou evidente quando um grupo específico realizou um experimento “[...] em que os procedimentos foram retirados de um livro didático (reação de giz com vinagre) e quando questionados sentiram dificuldades em expressar sobre a escolha dessa estratégia e não conseguiram explicar adequadamente (...)” (Goi & Santos, 2020, p. 16). Por sua vez, no artigo de Admiral (2020), é constatado que os alunos se empenharam em descobrir as funcionalidades, limitações e possibilidades de partes específicas que envolvia a construção de um projeto com a ferramenta tecnológica arduino, a ser apresentado em uma Feira de Ciências.

O estudo de Guimarães e Massoni (2020), evidencia a aposta epistemológica no Ensino de Ciências pautado na argumentação dialógica. Os referidos autores apontam entre as atividades a de que os estudantes foram organizados em três grupos para discutir a ida do homem à Lua: defensores, negadores e céticos. Os grupos se dividiram entre aqueles que acreditavam no sucesso das Missões Apollo, os que negavam esse feito e os que suspenderam o juízo sobre o assunto.

No texto de Medeiros e Goi (2020), é apresentado que os estudantes foram envolvidos na discussão sobre processos e situações cotidianas da separação de misturas por meio de figuras em slides, e receberam uma folha para preencher com as informações relevantes. Na pesquisa de Fialho (2013), é registrada a perspectiva da autonomia dos estudantes em atividades desenvolvidas em grupos, com uma temática geral definida pelo professor. O autor menciona que “[...] escolheu-se o tema geral de pesquisa 'mamíferos', e os estudantes, ao se organizarem em grupos, tiveram autonomia para escolher um tema específico dentro desse assunto geral determinado” (Fialho, 2013, p. 20). Nesse sentido, Tognon e Oliveira (2013), destacam que todas as atividades, em uma Sequência Didática Investigativa (SEI) da área de Botânica, foram realizadas em grupos, o que favoreceu a interação e o compartilhamento de informações entre os integrantes envolvidos.

A perspectiva de desenvolver as atividades com organização em grupos também é destacada em Paiva e Araújo (2016). É registrado que textos foram indicados “[...] aos grupos de acordo com os temas

selecionados por eles, sendo os grupos encorajados a trazerem contribuições de outras fontes e materiais adicionais para subsidiar as discussões em aula” (Paiva & Araújo, 2016, p. 58). Segundo os autores, os estudantes foram distribuídos em grupos para discutir oito temas relacionados ao trânsito, com destaque para planejamento e investimento público, aumento da frota de veículos, engarrafamentos, efeitos na saúde e na qualidade de vida, custos, impacto econômico e planejamento do sistema de trânsito.

Martins *et al.* (2016) descrevem como 22 alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública foram envolvidos em atividades focadas na Aprendizagem por Projetos. Registra-se que, a partir do momento em que os estudantes optaram pelo tema “Potabilidade da água”, criou-se um calendário de trabalho e realizou-se uma avaliação escrita, em um processo de sondagem (Martins, *et al.*, 2016). Os autores descrevem que os estudantes também foram organizados em grupos para desenvolver pesquisa bibliográfica, realizar saídas de campo com visitas a diretores de escolas, coletar amostras de água e realizar análises com parâmetros físico-químicos, além de comunicarem os resultados à comunidade durante a feira de Ciências.

O envolvimento dos estudantes em um projeto de pesquisa com foco na participação em uma feira de Ciências também é apresentado em Xavier *et al.* (2018). O referido projeto abrangeu a escolha do tema, pesquisa bibliográfica, produção de textos, elaboração de relatório colaborativo e apresentação dos projetos. As ações dos estudantes descritas no estudo envolveram cinco etapas:

“[...] 1ª: Abertura dos e-mails e após a formação dos grupos os alunos fizeram a escolha do tema mediante várias opções ofertadas a eles. 2ª: Pesquisa bibliográfica. 3ª: Elaboração e produção de textos – Sistematização do conhecimento. 4ª: Escrita colaborativa do relatório do projeto. 5ª: Apresentação (mostra) dos projetos e avaliação final” (Xavier, et al., 2018, p. 1994).

Registra-se que a pesquisa bibliográfica também é uma ação desenvolvida com os estudantes do Ensino Médio envolvidos em um projeto da Biblioteconomia de uma Universidade pública (Fialho, 2013). O autor descreve que os alunos foram orientados sobre a organização da biblioteca e a forma de fazer anotações relevantes para a pesquisa, além de receberem instruções sobre “[...] a diferença entre os materiais, como livros, obras de referência, ficção, não ficção, biografias, revistas e jornais” (Fialho, 2013, p. 21). Essa ação de pesquisa em diferentes fontes mostrou-se importante, conforme apontado por Admiral (2010), para que os alunos superassem as dificuldades na montagem do protótipo com Arduino, constituindo um movimento próprio dos estudantes na busca e análise de informações.

No artigo de Senra e Braga (2013), é relatado que estudantes do Ensino Médio participaram de um projeto de pesquisa técnico-científica, cujo objetivo era construir um coletor solar de aquecimento de água utilizando materiais descartáveis. Os autores afirmam que realizaram uma visita oportunizando aos estudantes “[...] ver de perto o funcionamento de um aquecedor solar e de uma placa com células fotovoltaicas” (Senra & Braga, 2013, p. 16). A escolha da Casa Solar Eficiente, localizada no CEPEL (Centro de Pesquisa de Energia Elétrica) da ELETROBRÁS, foi feita com base em menções anteriores durante os debates iniciais (Senra & Braga, 2013). Além disso, os estudantes tiveram a oportunidade de aprender sobre geradores de energia eólica e o sistema de armazenamento de energia solar por meio de baterias utilizado na casa.

No estudo realizado por Julio, Vaz e Fagundes (2011), foi abordado o envolvimento dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio em um processo de simulação do trabalho de uma comunidade científica, com foco na investigação de um fenômeno relacionado às estrelas. O estudo evidencia que os membros do grupo debatem “[...] entre si a melhor maneira de organizar os slides, trocam impressões sobre o que devem privilegiar durante a observação, procuram dividir tarefas de acordo com as habilidades de cada um e procuram organizar um sistema de trabalho” (Julio, Vaz & Fagundes, 2011, p. 71). Nesse estudo em particular, os estudantes foram organizados em pequenos grupos, visando facilitar as interações sociais entre eles.

As interações sociais emergem também no estudo realizado por Leão e Macedo (2021), ao aplicarem uma sequência didática sobre insetos e o ambiente. No início das atividades, ocorre a aplicação de perguntas aos estudantes e a possível elaboração de novas perguntas e hipóteses como resposta a essas perguntas. Além disso, o referido estudo descreve duas etapas que envolvem trabalho de campo, uma em ambiente com pouca vegetação e outra em ambiente mais diversificado. Para além disso, os alunos foram encorajados a se sentarem em círculo e discutirem suas hipóteses e observações de forma ativa e qualificada, utilizando o material produzido por eles. Essas discussões abrangeram vários conceitos em Biologia, como a classificação dos seres vivos, mimetismo, camuflagem, morfologia geral dos insetos, importância ecológica, adaptação e evolução (Leão & Macedo, 2021).

No artigo de Baldaquim (2018), é destacado que o primeiro momento pedagógico de uma prática investigativa, com enfoque na problematização, deve envolver perguntas que buscam relacionar situações cotidianas, instigando os alunos a participarem de discussões sobre o conteúdo a ser estudado. Nesse contexto, em Miranda, Marcondes e Suart (2015), é apontado que a primeira aula teve início com a apresentação e discussão de uma pergunta-problema. Essa pergunta foi elaborada anteriormente ao “[...] desenvolvimento da unidade, e deveria ser discutida em todas as aulas, a fim de promover uma problematização inicial, bem como auxiliar na compreensão e no desenvolvimento dos conceitos relacionados, envolvendo os estudantes à procura de soluções para a questão e sistematização das aulas” (Miranda, Marcondes & Suart, 2015, p. 9).

A proposta descrita em Tebaldi-Reis *et al.* (2022) adota uma abordagem de alfabetização científica, com o objetivo de promover a argumentação dos estudantes em relação a temas de Biologia. Os autores afirmam que os estudantes receberam um material didático com “[...] as informações sobre a função do estérno em humanos. Eles foram convidados a ler o material e, em seguida, discutir com seus colegas em pequenos grupos, de modo a construir em conjunto uma resposta baseada nas informações fornecidas pelo material de apoio” (Tebaldi-Reis, 2022, p. 10). No estudo mencionado, destaca-se que durante a fase de conceitualização, os estudantes foram solicitados a responder a uma pergunta de pesquisa em um formulário do Google, dentro de um curto período, como forma de avaliar seus conhecimentos prévios.

A proposta de investigação de Reis e Duarte (2020) apresenta um foco no diálogo entre professor e estudantes, bem como no desenvolvimento da argumentação dos envolvidos, por meio de um jogo chamado Mundo dos Parasitas. O objetivo desse jogo é descobrir qual doença aflige o personagem. O jogo utiliza recursos visuais, cartas de curiosidade e cartas especiais para auxiliar o jogador a completar o percurso e chegar a uma conclusão, por meio do teste de hipóteses iniciais sobre a doença do personagem.

A ação do diálogo também é um elemento emergente nos estudos de Miranda, Marcondes e Suart (2015), Ferreira *et al.* (2018) e Tebaldi-Reis (2022). No estudo de Miranda, Marcondes e Suart (2015), o diálogo ocorre por meio de discussões com os alunos, visando à sistematização das aulas e abrangendo questionamentos e conclusões relacionados às variáveis do processo de diluição e aos conceitos correlatos. Em Tebaldi-Reis (2022), observa-se que os estudantes foram organizados em grupos de discussão durante a fase de investigação, a fim de construir uma resposta baseada nas informações fornecidas pelo material de apoio sobre a função do estérno em humanos. Ferreira *et al.* (2018) registram que os estudantes foram desafiados a expressar seus pensamentos sobre situações relacionadas à iluminação pública. Dessa forma, o diálogo constitui o processo investigativo, envolvendo discussão, sistematização, questionamento e comunicação dos pensamentos dos participantes.

Emergem nesta categoria que as ações de pesquisa/investigação acontecem em atividades dos professores e estudantes com diálogos colaborativos. Nisso se mostra com ações dos estudantes:

- Escolher temas específicos organizados em grupos;
- Apropriar-se da organização de referências e fontes de informações;
- Trabalhar em grupo e comunicar compreensões;
- Dialogar com a comunidade em busca de parceria;
- Produzir materiais com discussões em grupos e a partir de questões dos professores;
- Participar de discussões em grupo a partir de Sequências Didáticas;
- Expor pensamentos a partir de situações do cotidiano.

Nesta categoria se mostrou que as atividades analisadas nos estudos evidenciam o envolvimento ativo dos estudantes em seus processos de aprendizagem, por meio de pesquisas, debates, produção de relatórios ou trabalhos em grupo. Nos textos analisados, destacam-se a importância de estratégias pedagógicas que incentivem a interação e colaboração entre os estudantes para a construção do conhecimento, valorizem os conhecimentos prévios dos alunos e façam uso de jogos, tecnologias e dinâmicas em sala de aula para engajá-los nos processos investigativos no contexto do Ensino de Ciências. Em muitos casos, os estudantes têm autonomia para escolher os temas que serão estudados e desenvolver estratégias para solucionar problemas. Os professores atuam como orientadores e problematizadores, deixando os alunos livres para explorar diferentes fontes de informação e desenvolver habilidades como trabalho em equipe, pesquisa bibliográfica e análise crítica de informações. Em algumas atividades, os alunos têm a oportunidade de lidar com questões práticas e superar dificuldades por meio de pesquisas e investigações. Em outras, são incentivados a refletir sobre a natureza da ciência e sua importância na vida cotidiana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, foi observada uma evolução na quantidade de trabalhos publicados na comunidade científica brasileira que abrangem relações com as ações de estudantes em atividades de pesquisa/investigação no Ensino Médio na Área de Ciências da Natureza ao longo da última década. Os dados coletados e analisados revelaram que, de 2013 a 2022 (ano limite da coleta deste estudo), a concentração de pesquisas nessa área representou 87,5% do total de artigos analisados. Esses números indicam um aumento significativo nas publicações relacionadas às ações de estudantes em atividades de pesquisa/investigação desde a sala de aula. Essa tendência demonstra o crescente interesse de professores e pesquisadores, evidenciando o reconhecimento da importância de ampliar estudos e debates sobre o papel do envolvimento dos estudantes nessas práticas no contexto da Educação em Ciências.

A análise dos textos na primeira categoria mostra uma prevalência epistemológica de associar as ações dos estudantes à investigação em Ciências por meio de atividades experimentais, com ênfase na resolução de problemas práticos que envolvam algum tipo de experimento. As interlocuções com os estudos analisados mostram existir ações de engajamento ativo dos estudantes nessas atividades, incluindo a proposição de situações-problema, a formulação de hipóteses, a realização de experimentos e a refutação de suas próprias hipóteses com base em observações. Além disso, é importante destacar que os estudantes demonstram habilidades emergentes relacionadas à experimentação em Ciências, como argumentação, coleta e análise de dados, elaboração de relatórios e solução de problemas.

Na segunda categoria de análise, as interlocuções com os estudos mostraram o potencial educativo do envolvimento ativo e participativo dos estudantes na pesquisa/investigação. A leitura e a escrita emergem como habilidades essenciais, permitindo a (re)construção e o aprofundamento dos conhecimentos, superando a mera reprodução de conceitos no Ensino de Ciências. A busca e a organização de informações de várias fontes contribuem na produção de argumentos e de uma visão crítica do conhecimento. Saber trabalhar em equipe se mostrou como uma das ações centrais dos estudantes neste processo de pesquisar/investigar, pois potencializa a interação, o diálogo e a cooperação, desenvolvendo competências sociais. A comunicação do conhecimento é outra ação que emerge como fundamental, ocorrendo na sala de aula e na apresentação dos resultados da pesquisa. A formulação de hipóteses, previsões e perguntas demonstra o engajamento dos alunos na construção do conhecimento e na busca de soluções.

Ações emergentes na terceira categoria demonstram a importância do envolvimento dos estudantes em atividades de pesquisa/investigação organizadas em grupos. Essas ações promovem a participação ativa deles, o compartilhamento de informações, a argumentação e o diálogo entre os membros do grupo. Em grande parte dos estudos se sinaliza que ao longo destas atividades, os estudantes têm a oportunidade de escolher temas, realizar pesquisas bibliográficas, realizar experimentos, produzir relatórios escritos e debater os resultados. Embora em parte dos estudos se aponte que os envolvidos enfrentam desafios, como dificuldades na escolha de estratégias e na explicação de suas escolhas, os estudantes demonstram empenho e autonomia na busca e sistematização das informações. Além disso, os estudos apontam que as atividades em grupo potencializam a interação social e a troca de ideias entre os participantes.

A partir das compreensões comunicadas neste artigo, emergem desafios e potenciais para futuros temas de pesquisa na Educação em Ciências. Um desses temas é a pesquisa das relações entre as ações dos estudantes do Ensino Médio e a investigação em Ciências, particularmente nas atividades experimentais, para aprofundar significados de como as habilidades de formulação de hipóteses, realização de experimentos e refutação de hipóteses contribuem para o desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes.

Outra área que pode ser aprofundada em pesquisas na Educação em Ciências é o impacto do envolvimento ativo e participativo dos alunos na pesquisa/investigação sobre o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita. Compreende-se ser necessário investigar os desafios e potencialidades práticas em sala de aula do Ensino de Ciências, explorando como a leitura, escrita, busca e organização de informações de diversas fontes, argumentação e visão crítica contribuem para a construção e aprofundamento do conhecimento científico dos alunos.

Um terceiro enfoque para pesquisas futuras pode ser a ampliação da compreensão das influências das ações de pesquisa/investigação realizadas por estudantes em trabalho em grupos. Nesse sentido, seria interessante analisar como a interação, o diálogo e a cooperação entre os membros do grupo potencializam o desenvolvimento de competências sociais, a comunicação do conhecimento científico e a resolução de problemas na área de Ciências da Natureza. Além disso, seria relevante identificar e analisar os desafios

enfrentados pelos estudantes ao escolher estratégias, explicar suas escolhas e lidar com a complexidade das atividades em grupo.

Esses três enfoques de futuras pesquisas podem contribuir para uma compreensão mais aprofundada das ações dos estudantes no contexto da pesquisa/investigação em Ciências e fornecer *insights* para o aprimoramento desta prática educativa.

REFERÊNCIAS

- Admiral, T. (2020). Ensino de Física por Investigação: Usando o Arduino como Ferramenta Educacional. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, 9(1), 116-131. <https://doi.org/10.36524/saladeaula.v9i1.495>
- Baldaquim, M. J., Proença, A. O., Santos, M. C. G., Figueiredo, M. C., & Silveira, M. P. (2018). Investigative experimentation in chemistry teaching: building a liquid tower. *Revista ACTIO*, 3(1), 19-36. <https://doi.org/10.3895/actio.v3n1.6835>
- Belmont, R. S., Pereira, M. M., & Lemos, E. S. (2016). Integrando Física e Educação Física em uma atividade investigativa na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, 11(2), 124-136. Recuperado de <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/17964>
- Bicudo, M. A. V. (2020). Pesquisa Fenomenológica em Educação: Possibilidades e desafios. *Revista Paradigma*, 10(1), 30-57. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p30-56.id928>
- Bicudo, M. A. V. (2021). A lógica da pesquisa qualitativa e os modos de procedimentos nela fundados. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 9(22), 540-552. <https://doi.org/10.33361/RPQ.2021.v.9.n.22.507>
- Borges, A. T., & Rodrigues, B. A. (2005). O ensino da física do som baseado em investigações. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 7(2), 1-24. <https://doi.org/10.1590/1983-21172005070202>
- Borges, A. T., Borges, O., & Vaz, A. (2005). Os planos dos estudantes para resolver problemas práticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(3), 435-446. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000300022>
- Brasil. (2023). Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Recuperado de <https://oasisbr.ibict.br/vufind/>
- Carvalho, A. M. P., & Sasseron, L. H. (2016). Ensino de Física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino sobre calor e temperatura. *Ensino em ReVista*, 22(2), 249–256. <https://doi.org/10.14393/ER-v22n2a2015-1>
- Costa, A. B., & Zoltowski, A. P. C. (2014). Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: S. H. Koller, M. C. P. P. Coutro & J. V. Hohendorff (Orgs.). *Manual de Produção Científica* (pp. 55-70). Porto Alegre, RS: Penso.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. C. A. (2002). Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo, SP: Cortez.
- Faria, A. F., & Vaz, A. M. (2019). Engajamento de estudantes em investigação escolar sobre circuitos elétricos simples. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 21(1), 1-28. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210110>
- Ferreira, M., Filho, O., Freitas, A., Lourenço, R., & Lourenço, M. (2018). Uma proposta de ensino investigativo sobre a física moderna e contemporânea: o efeito fotoelétrico. *Pesquisa e Debate em Educação*, 8(2), 312–357. Recuperado de <https://periodicos.uff.br/index.php/RPDE/article/view/31179>
- Fialho, J. (2013). Experiência com estudantes do ensino médio através da pesquisa escolar orientada. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 18(1), 15–25. Recuperado de <https://www.scielo.br//pci/a/4qFCtmHBcNyrtz4NQqGFr8j/?format=pdf>

- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviço de Saúde, Brasília*, 23(1), 183-184. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>
- Goi, M. E. J., & Santos, F. M. T. (2020). Laboratório experimental e resolução de problemas: construção do conhecimento químico. *Research, Society and Development*, 9(2), 1-18. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2076>
- Guidotti, C., & Heckler, V. (2021). Investigação dialógica na sala de aula de ciências: etnopesquisa-formação com professores de ciências da natureza. *Revista Contexto & Educação*, 36(113), 143–162. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2021.113.143-162>
- Guidotti, C., & Heckler, V. (2017). Investigação na Educação em Ciências: concepções e aspectos históricos. *Revista Thema*, 14(3), 191–209. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.191-209.545>
- Guidotti, C., & Heckler, V. (2008). Inquiry-based approaches in science and mathematics teacher education: dialogues with studies published in Brazil. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 20(1), 1-23. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172018200103>
- Guimarães, R. R., & Massoni, N. T. (2020). Relato crítico de uma experiência didática acerca de uma temática científica aplicada na educação básica: algumas reflexões epistemológicas e a defesa de um ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 695-717. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p695>
- Júlio, J., Vaz, A., & Fagundes, A. (2011). Atenção: alunos engajados - análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(1), 63-81. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100005>
- Leal, R. R., Schetinger, M. R. C., & Pedroso, G. B. (2019). Experimentação investigativa em Eletroquímica e argumentação no Ensino Médio em uma Escola Federal em Santa Maria/RS. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(6), 142–162. <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i6.2009>
- Leão, J. L. B. M., & Macedo, M. V. (2021). Learning biology with insects in the field: a didactic sequence proposal with investigative approach to high school. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 14(1), 505-529. <https://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.393>
- Luca, A. G., Santos, S., Pino, J., & Pizzato, M. (2018). As marcas de aprendizagem por meio da pesquisa, da escrita e da leitura de livros de divulgação científica: uma possibilidade para a sala de aula. *ACTIO*, 3(2), 116-132. <https://doi.org/10.3895/actio.v3n2.7540>
- Martins, V. J., Ozaki, S., Rinaldi, C., & Prado, E. (2022). A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 5(2), 4-20. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n2.12986>
- Medeiros, D. R., & Goi, M. E. J. (2020). Problem Solving as an Investigative Methodology in Natural Science Teaching. *Research, Society and Development*, 9(1). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1579>
- Miguel, K. S., Campos, I., Knechtel, C., Ferraz, D., & Justina, L. (2014). A abordagem didático-investigativa no ensino médio: um estudo acerca do DNA. *ETD*, 16(02), 138-156. Recuperado de <http://educa.fcc.org.br/pdf/etd/v16n02/v16n02a09.pdf>
- Miranda, M. S., Marcondes, M. E. R., & Stuart, R. C. (2015). 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)*, 17(3), 555-583. <https://doi.org/10.1590/1983-21172015170302>
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. C. (2016). Análise textual discursiva. (3a.ed. revista e ampliada). Ijuí, RS: Unijuí.
- Moretto, V. P. (2007). Planejamento: planejando a educação para o desenvolvimento de competência. Petrópolis, RJ: Vozes.

- Munford, D., & Lima, M. E. C. (2007). Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 9(1), 89-111. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>
- Nogueira, S., Cardoso, F., Motta, E., & Yamasaki, A. (2018). A game? A lesson? A "game-lesson": a strategy for knowledge appropriation based on group research. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 11(2), 5-19. <https://doi.org/10.46667/renbio.v11i2.93>
- Paiva, H. A. de, & Araújo, M. S. T. de. (2016). Utilização do enfoque CTS no Ensino Médio Técnico do CEFET-MG: um caminho para a formação cidadã no ensino profissional. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 7(2), 52–67. <https://doi.org/10.26843/rencima.v7i2.1148>
- Pantaleão, D. de L., & Vasconcelos, S. (2021). A pesquisa científica no ensino médio: uma proposta de ensino por investigação sobre o conteúdo “Artrópodos peçonhentos”. *Revista Prática Docente*, 6(2), 1-25. <https://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e055.id1175>
- Pauletti, F. (2018). A pesquisa como princípio educativo no ensino de Ciências: concepções e práticas em contextos brasileiros. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Unversidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS. Recuperado de <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8053>
- Pereira, M. M. (2013). Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 15(2), 65-85. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013150205>
- Reis, J. A., Marques, R. M., & Duarte, E. C. (2020). Análise da produção argumentativa com uso de jogo didático investigativo em uma aula de Biologia. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(1), 341–360. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i1.1725>
- Reis, L. T., Bevilacqua, G. D., & Silva, R. C. (2021). Ensino de Ciências por investigação: contribuições de artigos de bases de dados abertas para a práxis docente. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(3), 1–23. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a26>
- Ribeiro, T. V., & Genovese, L. G. R. (2015). O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(1), 1-29. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010002>
- Sá, E. F., Lima, M. E. C., & Aguiar Jr, O. (2016). A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 79-102. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/247>
- Sasseron, L. H. (2021). Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230101>
- Senra, C. P., & Braga, M. A. B. (2014). Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 7-29. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p7>
- Silva, T., Ferreira, F., Santos, D., Silva, & Fernandes, C. (2022). Inquiry-based teaching and Forensic Sciences: possibilities to scientific literacy. *Research, Society and Development*, 11(2), 1-11. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25775>
- Tebaldi-reis, L., Bevilacqua, G., Sineiro, & Silva, R. (2022). Investigative activities as promoters of argumentation in science teaching. *Research, Society and Development*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25138>
- Tognon, M. E., & Oliveira, P. C. (2021). Investigative botany teaching: promoting scientific literacy in high school. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 9(1), 1-23. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11276>

- Trópia, G. (2016). Entre relações com o saber: a professora e seus alunos no ensino de biologia por atividades investigativas. *Revista Ensino Interdisciplinar*, 2(6), 1-20. <http://dx.doi.org/10.21920/recei72016262935>
- Vilaça, A. P. V., & Bertini, L. M. (2022). O ensino investigativo para a promoção da alfabetização científica: um estudo do estado da arte. *Revista Ensino em Perspectivas*, 3(1), 1-18. Recuperado de <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/7305/6267>
- Wells, G. (2016). Aprendizagem Dialógica: o Processo dos Seres Humanos de Falar em Direção à Compreensão. In M. C. Galaiazzi et al. *Indagações dialógicas com Gordon Wells*. Rio Grande, RS: FURG. Recuperado de https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/7017/Livro_Gordon.pdf
- Wertsch, J. V. (1993). *Voices of the Mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, United States of America: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1998). *Estudos socioculturais da mente*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Xavier, L., Rodrigues, C., Oliveira, L., Segatto, B., & Sondermann, D. (2018). Utilizando a computação em nuvem na orientação de trabalhos para feiras de ciências. *Brazilian Applied Science Review*, 2(6), 1989–1998. <https://doi.org/10.34115/basr.v2i6.595>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda.
- Zulliani, S. R. Q. A., Dionísio, M. I. S., Lopes, J. B., Lopes, C. B., & Lima, M. E. C. (2012). O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão. *Educação: Teoria e Prática*, 22(40), 100-113. Recuperado de <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/6273/4592>

Recebido em: 16.05.2023

Aceito em: 28.12.2023