

ASPECTOS METODOLÓGICOS E DIDÁTICOS DAS PESQUISAS SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA ANÁLISE EM PERIÓDICOS DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

METHODOLOGICAL AND DIDACTIC ASPECTS OF RESEARCH ON TEACHING BY INVESTIGATION: AN ANALYSIS OF JOURNALS ON SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

Reobe Felipe da Silva¹

Verônica Tavares Santos Batinga²

Ivoneide de Carvalho Lopes Barros³

Resumo: O ensino por investigação é uma abordagem didática que parte de problemas e busca desenvolver o pensar, falar, argumentar, ler e escrever sobre o conhecimento estudado. Nesse contexto, este trabalho objetiva identificar aspectos metodológicos e didáticos nas pesquisas que tratam do ensino por investigação na área de educação em ciências e matemática, no período de 2016 a 2020. O levantamento bibliográfico realizou-se em 11 periódicos desta área. Encontraram-se 43 artigos, sendo 36 pesquisas empíricas e 07 teóricas. Os resultados mostraram que o ensino por investigação é objeto de estudo em diferentes níveis e modalidades de ensino na área pesquisada e na formação de professores. Os conteúdos mais abordados foram os de química. Esta abordagem articula-se com diferentes estratégias didáticas. Conclui-se que há lacunas com relação às pesquisas que abordam o ensino por investigação na formação de professores e na discussão de conteúdos e temáticas nas áreas de matemática e física.

Palavras-chave: Ensino por Pesquisa; Pesquisa Bibliográfica; Ensino de Ciências e Matemática.

Abstract: Inquiry teaching is a didactic approach that starts from problems and seeks to develop thinking, speaking, arguing, reading and writing about the knowledge studied. In this context, this work aims to identify methodological and didactic aspects in research that deals with research-based teaching in the area of science and mathematics education, from 2016 to 2020. The bibliographic survey was carried out in 11 journals in this area. 43 articles were found, 36 of which were empirical research and 7 were theoretical. The results showed that inquiry-based teaching is an object of study at different levels and teaching modalities in the researched area and in teacher training. The most covered content was chemistry. This approach is articulated with different teaching strategies. It is concluded that there are gaps in relation to research that addresses inquiry-based teaching in teacher training and in the discussion of content and themes in the areas of mathematics and physics.

¹ Mestre em Química pelo Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, polo UFRPE. Docente de Química na Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco, Brasil. E-mail: reobefelipe@outlook.com

² Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, polo Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil. E-mail: veronica.santos@ufrpe.br

³ Doutora em Química pela Universidade de Brasília (UNB). Professora do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, polo UFRPE, Brasil. E-mail: ivoneide.lobes@ufrpe.br

Keywords: Teaching by Research; Bibliographic Research; Teaching Science and Mathematics.

1 Introdução

Desde o início do século XX até os dias atuais, o avanço tecnológico vem facilitando a maneira como os indivíduos se comunicam, além de promover uma quantidade imensa de fontes de dados e informações. Não se pode negar que a presença da tecnologia tem interferido no modo como as relações sociais estão se construindo na contemporaneidade e na escola (Geraldo, 2018).

Apesar disso, o modelo de ensino por transmissão-recepção que apresenta como características a ênfase na memorização e reprodução de conhecimentos, o professor como detentor exclusivo do conhecimento, e o estudante como receptor passivo no espaço da sala de aula, ainda é predominante nas escolas. Entretanto, há várias pesquisas que discorrem sobre outros modelos de ensino em que o professor atua como mediador, e o estudante como agente ativo e responsável pela sua aprendizagem. A mediação pode auxiliar a desenvolver a autonomia e protagonismo dos estudantes (Santos; Galembeck, 2018; Castro; Bejarano, 2013; Friggi; Chitolina, 2018).

É nesse contexto que se insere o Ensino por Investigação (EPI), o qual possibilita o protagonismo dos estudantes e o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas com o aprendizado e mobilização dos conteúdos atitudinal, procedimental e conceitual (Szalay; Tóth, 2016).

O EPI pode ser definido como uma abordagem didática que parte de problemas ou questões, voltadas para discussão de diversas temáticas e conteúdos nas aulas de ciências e matemática (Zômpero; Laburú, 2011; Sasseron, 2018).

Diante da importância deste modelo de ensino, busca-se apresentar o resultado de uma revisão de literatura realizada em artigos científicos sobre o ensino por investigação na área de educação em ciências e matemática, no período de janeiro de 2016 até setembro de 2020. Este intervalo foi selecionado devido à baixa quantidade de artigos encontrados nesse segmento.

Especificamente, este trabalho se debruçou na identificação e discussão dos aspectos metodológicos (tipologia da pesquisa, instrumentos de coleta de dados e participantes e contexto da pesquisa) e didáticos (tema/área/conteúdos e articulação do EPI com estratégias didáticas) do ensino por investigação encontrados em artigos de

periódicos significativos das áreas de educação em ciências e matemática, para o reconhecimento das possibilidades e desafios desta temática, do ponto de vista do ensino e da pesquisa.

Para isso foi delimitada a questão de pesquisa: Quais elementos estão presentes nas pesquisas científicas que tratam do EPI na área de educação em ciências e matemática, no período de 2016 a 2020? Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é identificar características metodológicas e didáticas nos artigos que discorrem acerca do EPI na área de educação em ciências e matemática. A seguir discorremos sobre alguns aspectos do EPI.

2 Alguns aspectos sobre o Ensino por Investigação (EPI)

Algumas pesquisas têm discutido sobre abordagens didáticas que contribuem para a formação de competências e desenvolvimento de habilidades pelos estudantes, as quais emergem como essenciais para uma formação integral, por exemplo, a humanística, sócio cidadã, tecnológica e socioambiental (Silva; Vertuan; Silva, 2018; Cavalcante; Teixeira; Marcelo, 2019; Ferreira *et al*, 2018; Carvalho, 2018; Stavrou; Michailidi; Sgouros, 2018). O EPI é uma das abordagens que pode possibilitar o alcance de uma formação integral no contexto escolar e acadêmico.

As primeiras ideias sobre o EPI se baseiam nos pressupostos do filósofo e pedagogo, John Dewey, no final do século XIX e início do século XX. Dewey propôs um processo de ensino que visava estimular atividades investigativas para que os estudantes pudessem atuar como protagonistas, durante o aprendizado de conceitos científicos, mediante a resolução de problemas oriundos do meio social (Sasseron, 2018). Este autor afirma que a experiência pode ser entendida como prática social e não apenas científica, sendo a primeira uma das principais fontes de aprendizagem dos estudantes (Zômpero; Laburú, 2011).

As etapas do EPI envolvem a apresentação de problemas, formulação e teste de hipóteses, elaboração de estratégias didáticas, coleta de dados, construção de argumentos e justificativas, checagem de erros e proposição de correções, análise e discussão dos resultados, divulgação de conclusões, durante o processo de resolução de problemas pelos estudantes, que visa a construção de conhecimentos científicos (Cardoso; Scarpa, 2018; Baptista, 2010; Azevedo, 2004).

Para o professor, algumas das atribuições no EPI são: criação de ambientes para a vivência de atividades investigativas, elaboração de questões ou problemas, orientação e mediação das atividades, incentivo a tomada de decisão pelos estudantes, proposição do nível de abertura das atividades, mediante o perfil e experiência dos estudantes. Enquanto, os estudantes atuam na realização de atividades de pesquisas, ações de reflexão e análise, busca de evidências e informações relevantes, e tomada de decisão para resolução de problemas (Cardoso; Scarpa, 2018; Cleophas, 2016; Baptista, 2010).

No EPI destaca-se a importância da proposição de problemas que façam sentido para os estudantes, buscando despertá-los para a sua identificação e processo de resolução, e para experiências investigativas que os estimulem a tomada de decisão em situações diversas, nas quais o conhecimento científico precisa ser mobilizado (Cardoso; Scarpa, 2018; Sasseron; Machado, 2017).

Segundo Ferreira, et. al. (2018), os problemas podem apresentar enunciados que possibilitem a discussão e problematização de temas sócio-científicos para o trabalho com os conteúdos, despertar o interesse dos estudantes e estimular a emergência de aspectos ambientais, econômicos, políticos, culturais, éticos e tecnológicos no processo de resolução.

Em síntese, o EPI pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo e com as interações sociais entre estudantes-professores, alunos-alunos e estudantes-especialistas, e na condução de um trabalho cooperativo nos diversos ambientes de aprendizagens (Cardoso; Scarpa, 2018; Cleophas, 2016; Szalay; Tóth, 2016).

Diante do exposto, considera-se a importância de conhecer o que tem sido abordado nas pesquisas que discutem sobre o ensino por investigação. A seguir, apresentamos o desenho metodológico desta pesquisa.

3 Percorso metodológico

Este trabalho é parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em uma dissertação, no âmbito de um Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional na região Nordeste do Brasil (Silva, 2022). O estudo é de natureza qualitativa com relação à abordagem dos dados e do tipo pesquisa bibliográfica (Cardano, 2017).

Para o entendimento das pesquisas sobre o EPI foi realizado um levantamento bibliográfico em onze periódicos nacionais e internacionais, denominados de P1 a P11,

no recorte temporal de janeiro de 2016 até setembro de 2020, devido o prazo de dois anos para a conclusão da pesquisa do mestrado.

A busca pelos artigos científicos foi realizada nos sites de alguns periódicos de acordo com a sua disponibilidade para acesso gratuito pela internet. Em cada periódico, os artigos foram pesquisados em todas as edições que corresponderam ao recorte temporal delimitado. Os periódicos selecionados são exibidos na tabela 1. Eles foram escolhidos pela sua relevância na área de ensino de ciências e matemática, fator de impacto (FI) e ser classificado no estrato A1, A2, B1 e B2 do *Qualis* Capes. O FI é um método usado para qualificar as revistas científicas com base nas citações que ela recebe.

A pesquisa se deu por meio da busca pelos seguintes descritores/palavras-chave nos títulos dos artigos: ensino por investigação, ensino ou abordagem baseada em investigação, sequências didáticas de ensino investigativas, e também suas traduções para inglês e espanhol. Os artigos foram denominados de S1 a S43. A análise dos artigos encontrados nos periódicos foi realizada por meio da leitura de cada resumo.

Tabela 1: Número total de artigos encontrados nos periódicos investigados.

Codínome	Periódicos	País de Publicação	Qualis ou FI ⁴	Quantidade de Artigos	Percentual de Publicações ⁵
P1	Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática	Basil	A2	1	0,6%
P2	Chemistry Education Research and Practice	Reino Unido	1,9	6	1,5%
P3	Educación Química	México	A1	2	1,0%
P4	Experiências em Ensino de Ciências	Brasil	B1	6	1,3%
P5	Investigações em Ensino de Química	Brasil	A2	1	0,5%
P6	Journal of Research in Science Teaching	Estados Unidos	A1	4	1,8%
P7	Química Nova na Escola	Brasil	B1	7	3,7%
P8	Research in Science & Technological Education	Reino Unido	1,1	1	0,8%
P9	Revista de Educação e Matemática	Brasil	A2	1	0,6%

⁴ Legenda para a Tabela 1: FI= Fator de Impacto.

⁵ Obtido a partir do quociente entre a quantidade de artigos publicados relativos ao objeto de estudo e o número total de artigos publicados no periódico.

P10	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Espanha	A2	2	1,5%
P11	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Brasil	A2	12	6,1%
Total				43	

Fonte: Os autores (2020).

Para análise e articulação das informações obtidas em cada artigo foram constituídas cinco categorias, *a priori*, consideradas adequadas para responder a pergunta e objetivo de pesquisa deste estudo, que se relacionam com os aspectos metodológicos (tipologia da pesquisa, instrumentos de coleta de dados, participantes e contexto da pesquisa) e didáticos (tema/área/conteúdos e articulação do EPI com estratégias didáticas) do EPI encontrados em artigos de periódicos significativos das áreas de educação em ciências e matemática, e para o reconhecimento das possibilidades e desafios desta temática, do ponto de vista do ensino e da pesquisa.

As categorias estabelecidas para análise dos dados dos artigos foram: **tipologia de pesquisa** que trata se a pesquisa realizada foi do tipo empírica ou teórica; **instrumentos de coleta de dados** indica quais os instrumentos/meios de registro de dados foram usados nas pesquisas; **temas/conteúdos** refere-se a quais temas e conteúdos são abordados nas pesquisas que envolvem o ensino por investigação; **participantes e contexto da pesquisa** identifica o público participante e o contexto no qual a pesquisa foi desenvolvida, por exemplo, se no ensino médio, educação infantil, ensino fundamental, ensino superior, pós-graduação; e, a **articulação do EPI com estratégias didáticas** remete as estratégias que foram adotadas de modo articulado à abordagem de ensino por investigação nas pesquisas realizadas. Ressalta-se que os artigos analisados podem se enquadrar em mais de uma categoria de análise.

4 Resultados e discussão

No levantamento bibliográfico foram encontrados 43 artigos que versam sobre o ensino por investigação na área de educação em ciências e matemática. Inicialmente todos eles são elencados no quadro 1, com seus respectivos periódicos, títulos, autores e ano de publicação.

Periódico	Título do Artigo	Autores	Ano de Publicação
P1	S1: Ensino por investigação nas aulas de matemática do curso de licenciatura em química	SILVA; VERTUAN; SILVA	2018
P2	S2: An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments	SZALAY; TÓTH	2016
	S3: Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners	STAVROU, MICHAILEDI; SGOUROS	2018
	S4: High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain	CRUJEIRAS-PÉREZ; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE	2017
	S5: Implementing Collaborative Inquiry in a Middle School Science Course	ÖZKANBAŞ; KIRIK	2020
	S6: Step by Step Learning Using the I Diagram in the Systematic Qualitative Analyses of Cations within a Guided Inquiry Learning Approach	AKKUZU; UYULGAN	2017
	S7: We don't get any training: the impact of a professional development model on teaching practices of chemistry and biology graduate teaching assistants	MUTAMBUKI; SCHWARTZ	2018
P3	S8: Análisis del potencial del andamiaje insertado para promover la planificación de una Investigación científica en educación secundaria	PÉREZ-VIDAL; CRUJEIRAS-PÉREZ	2018
	S9: Determinação de níveis de letramento científico a partir da resolução de casos investigativos envolvendo questões sociocientíficas	LIMA; GARATE	2019
P4	S10: A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química	ASSAI; FREIRE	2017
	S11: Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação	GOMES; BILESSIMO; SILVA	2020
	S12: As contribuições de uma sequência didática com enfoque investigativo para o ensino de química	VIDRIK; ALMEIDA; MALHEIRO	2020
	S13: Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional "queimadas" com experimentos investigativos	LORENZONI; RECENA	2017
	S14: Investigação no ensino médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos	MOURA; DURÃES; SILVA	2019
	S15: O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas	FRIGGI; CHITOLINA	2018
P5	S16: Identificação de atitudes investigativa e científica: um estudo de caso em um ambiente interativo de aprendizagem	PIZZATO; MARQUES; ROCHA; SOUZA; ESCOTT; HECK	2018
P6	S17: A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work	AKUMA; CALLAGHAN	2018

	S18: Coordinating scaffolds for collaborative inquiry in a game-based learning environment	SALEH; YUXIN; HMELO-SILVER; GLAZEWSKI; MOTT; LESTER	2020
	S19: Understanding the influence of intrinsic and extrinsic factors on inquiry-based science education at township schools in South Africa	RAMNARAIN	2016
	S20: Using a three-dimensional thinking graph to support inquiry learning	CHEN; WANG; GROTZER; DEDE	2018
P7	S21: A Camisinha como Artefato Tecnológico no Ensino de Química	SWIECH	2016
	S22: Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relações e Experimentação Investigativa no Ensino de Eletroquímica	SANTOS; BATISTA; OLIVEIRA; CRUZ	2018
	S23: Atividade investigativa teórico-prática de Química para estimular práticas científicas	SILVA; SILVA; KASSEBOEHMER	2019
	S24: Corantes: Uma Abordagem com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) Usando Processos Oxidativos Avançados	FERREIRA; ROCHA; SANTOS; SANTOS; PITANGA	2018
	S25: Limpando Moedas de Cobre: Um Laboratório Químico na Cozinha de Casa	FARIA; BERNARDINO; SETUBAL; NOVAIS; CONSTANTINO	2016
	S26: Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa	SILVA; FERREIRA; SILVEIRA	2016
	S27: Uma Sequência Investigativa Relacionada à Discussão do Conceito de Ácido e Base	SOUZA; SILVA	2018
P8	S28: Teachers' beliefs about inquiry-based learning and its impact on formative assessment practice	CORREIA; HARRISON	2019
P9	S29: O desastre de mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de química	CAVALCANTE; TEIXEIRA; MARCELO	2019
P10	S30: Desempeños del alumnado de Educación Secundaria en la evaluación de una investigación científica en el contexto de la industria láctea	PÉREZ-VIDAL; CRUJEIRAS-PÉREZ	2019
	S31: Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	PRSYBYCIEM; SILVEIRA; SAUER	2018
P11	S32: Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação	CARVALHO	2018
	S33: A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: Compromissos Teóricos e Esforços Práticos	MORI; CURVELO	2018
	S34: Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI	STRIEDER; WATANABE	2018
	S35: Contribuições do Design para o Ensino de Ciências por Investigação	BRUNO; CAROLEI	2018
	S36: Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I	SANTOS; GALEMBECK	2018

S37: A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação	SILVA; GEROLIN; TRIVELATO	2018
S38: A Relação entre o Conhecimento Conceitual e o Desempenho de Estudantes em Atividades Investigativas	NASCIMENTO; GOMES	2018
S39: Ressignificação do Trabalho Docente ao Ensinar Ciências na Educação Infantil em uma Perspectiva Investigativa	SÁ; MALINE; MAUÉS; SOUZA	2018
S40: Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências	ROLDI; SILVA; TRAZZI	2018
S41: Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas	CARDOSO; SCARPA	2018
S42: Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular	SASSERON	2018
S43: O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula	FRANCO; MUNFORD	2020

Quadro 1: Artigos publicados nos periódicos selecionados no período de 2016 a 2020.

Fonte: Os autores (2020).

De forma mais detalhada, no quadro 2 são apresentados os principais resultados do levantamento bibliográfico realizado no período de 2016 a 2020, pelo codinome do artigo, sua tipologia, instrumento de coleta de dados, tema/conteúdo articulação com estratégias didáticas e participantes da pesquisa.

Dentre os trabalhos empíricos, existe um elevado número de artigos (quadro 2) que focam na discussão dos desafios e possibilidades do EPI quando articulado a diferentes estratégias didáticas. Todos esses artigos apresentam uma abordagem qualitativa para a análise dos dados. Esse modelo de análise possibilita aproximação do pesquisador com a realidade social e cultural dos participantes da pesquisa.

Para pesquisas na área de ensino de ciências, a análise dos dados, seguindo uma abordagem qualitativa, se apresenta como relevante, pois visa descrever e interpretar os dados por meio da análise de falas dos participantes (na linguagem verbal oral e/ou escrita, ações, gestos, modos etc.), relativas a fenômenos de ensino e aprendizagem, no contexto escolar. Ela busca compreender as interações sociais resultantes das atividades da pesquisa, possibilitando uma análise mais reflexiva (Mol, 2007).

Artigo	Tipologia	Instrumento de Coleta de dados	Conteúdo/Área/Tema	Articulação com estratégias didáticas	Participantes
S1	Empírico	Relatórios	Química Analítica; Cálculo Diferencial	Experimentação Investigativa; Modelagem Matemática	Graduandos em Licenciatura em Química
S2	Empírico	Pré-testes e pós-testes	Cinética das Reações	Laboratórios de Investigação Guiada	Estudantes do Ensino Médio (grupo controle e teste)
S3	Empírico	Questionário; Gravação de Vídeo	Nanociência e Nanotecnologia	Sequência Didática Investigativa	Estudantes do Ensino Médio e Fundamental
S4	Empírico	Gravações de Áudios e Vídeos; Escritos produzidos.	Física e Química	Experimentação e Planejamento baseados em Investigação	Estudantes do Ensino Médio
S5	Empírico	Pré-testes e pós-testes	Matéria: mudanças físicas e química, e densidade.	Abordagem Investigativa Colaborativa; Experimentação	Estudantes do Ensino Médio (grupo teste e controle)
S6	Empírico	Diagrama de coleta de dados; Teste de desempenho SQAC; Entrevista semiestruturada	Química Analítica: análise qualitativa de cátions	Abordagem Investigativa Orientada; Experimentação	Graduandos em Licenciatura em Química
S7	Empírico	Observação; Questionários; Entrevistas	Biologia e Química	Experimentação Interdisciplinar	Pós-graduandos em Biologia e Química
S8	Empírico	Respostas escritas às questões guia; Anotações coletadas	Física e Química: Indústrias Lácteas	Resolução de Problemas	Estudantes do Ensino Médio
S9	Empírico	Resumo da resolução do caso; Apresentação oral	Diabete Mellitus; repelentes	Casos de Pesquisa com abordagem investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S10	Empírico	Questionários; Prova escrita; Notas de bimestre; Diário do Professor	Cinética das Reações	Sequência Didática; Representações; Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S11	Empírico	Questionários	Densidade	Laboratórios <i>online</i> ; Sequência Didática Investigativa; AVA	Estudantes do Ensino Médio
S12	Empírico	Observação participante	Petróleo	Sequência Didática Investigativa	Estudantes do Ensino Médio

S13	Empírico	Gravação de áudio; Produções escritas; Questionários	Termoquímica	Sequência Didática; Experimentação Investigativa; Contextualização	Estudantes do Ensino Médio
S14	Empírico	Questionário	Soluções; Condutividade e pH	Sequência Didática Investigativa; Experimentação	Estudantes do Ensino Médio
S15	Empírico	Questionários; Diário de bordo; Gravação de áudio	Separação de Misturas	Situações-problema contextualizados; Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S16	Empírico	Gravações de áudio e vídeo	Química Forense	Ambiente Interativo de Aprendizagem	Estudantes do Ensino Médio e Fundamental
S17	Teórico	Revisão Bibliográfica	-	-	-
S18	Empírico	Gravação de Vídeo; Artefatos Escritos: planilhas e modelos	-	Ambiente de Aprendizagem baseado em Jogos – Crystal Island: EcoJourneys; Investigação colaborativa	Estudantes do Ensino Médio
S19	Empírico	Scientific Inquiry Implementation Questionnaire	Abordagens Investigativas	Questionários sobre os fatores intrínsecos e extrínsecos das abordagens investigativas	Professores de Ciências
S20	Empírico	Questionários; Análise de Desempenho	Biologia	Gráficos, Pensamento Tridimensional	Estudantes do Ensino Médio
S21	Empírico	Observação participante; Fotos	Química e Tecnologia	Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S22	Empírico	Questionário Diagnóstico; Discursos Escritos	Eletroquímica	Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio/Técnico em Química
S23	Empírico	Ficha de Respostas	Química; Método Científico; Materiais de Laboratório	Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S24	Empírico	Questionário; Texto escrito	Corantes; Processos Oxidativos	Abordagem CTS	Estudantes do Ensino Médio
S25	Teórico	-	Processos Oxidativos	Experimentação Investigativa	-
S26	Empírico	Questionário	Constituição da Matéria	Sequência Didática Investigativa; Recursos Multimídias	Estudantes do Ensino Médio
S27	Empírico	Registros escritos	Ácido-base	Sequência Didática Investigativa; Experimentação	Estudantes do Ensino Médio

S28	Empírico	Entrevistas semiestruturadas com professores; Notas de campo; Gravações de conversas professor-aluno	Abordagens Investigativas	Questionamento de crenças em ambiente reflexivo	Professores de Ciências com Experiência
S29	Empírico	Questionários	Química: soluções, misturas homogêneas e heterogêneas, pH	Sequência Didática; Abordagem CTSA; TIC	Estudantes do Ensino Médio/Técnico
S30	Empírico	Respostas escritas às questões guia; Anotações de campo	Física e Química: Indústrias Lácteas	Resolução de Problemas	Estudantes do Ensino Médio
S31	Empírico	Questionários; Produção escrita: história em quadrinhos e mapa conceitual	Chuva Ácida	Abordagem CTS; Interdisciplinaridade; Experimentação Investigativa	Estudantes do Ensino Médio
S32	Teórico	-	-	-	-
S33	Teórico	-	-	-	-
S34	Teórico	-	-	-	-
S35	Teórico	-	-	-	-
S36	Empírico	Questionário	Temas elencados de acordo com a necessidade; Água	Sequências Didáticas Investigativas	Estudantes do Ensino Fundamental I
S37	Empírico	Gravações/transcrições das aulas	Dinâmica Populacional	Sequência Didática baseada em práticas Investigativas	Estudantes do Ensino Médio
S38	Empírico	Observação e anotação da atividade; Questionários	Equilíbrio Térmico e termologia; Movimento acelerado e Plano inclinado	Simulação Computacional Experimentação	Estudantes do Ensino Médio
S39	Empírico	Observação participante	-	-	Educação infantil
S40	Empírico	Gravação de áudio; anotações em diário de bordo	Répteis	Visita mediada ao museu de Ciências	Estudantes do Ensino Médio

S41	Empírico	-	-	-	-
S42	Teórico	-	-	-	-
S43	Empírico	Observação participante; registros em áudio e vídeo; Artefatos produzidos	Biologia de um inseto	Etnografia	Estudantes do Ensino fundamental

Quadro 2: Aspectos metodológicos e didáticos identificados nos artigos analisados.

Fonte: Os autores (2020).

A seguir a análise dos artigos foi organizada pelas categorias de análise estabelecidas para esta pesquisa.

4.1 Tipologia da Pesquisa

Dentre as tipologias de pesquisa são destacadas a empírica, que trata do desenvolvimento de um estudo aplicado envolvendo o EPI, visando a coleta e análise de dados; e a teórica, que foca na reflexão e discussão sobre o EPI de acordo com seus pressupostos teóricos, aspectos metodológicos, didáticos e compromissos epistêmicos, históricos, sociais e pedagógicos.

No quadro 2 se pode observar a presença de trinta e seis (S1 a S16, S18 a S24, S26 a S31, S36 a S41 e S43) artigos relacionados à tipologia de pesquisa empírica, com exceção de sete (S17, S25, S32, S33, S34, S35 e S42) que são de cunho teórico.

As sete pesquisas teóricas objetivam apresentar o estado da arte e as principais perspectivas teóricas e aspectos metodológicos do EPI. No sentido de buscar compreender os desafios e possibilidades do EPI, Akuma e Callaghan (2018) (artigo teórico S17) afirmam que há uma relação direta entre a eficiência da aplicação de uma atividade baseada no EPI com a concepção e implementação do trabalho prático baseado na investigação na visão dos professores. Para eles é relevante considerar que características intrínsecas dos professores, com relação a sua visão de ensino e aprendizagem e de ciência podem impactar diretamente no modo como eles compreenderão o EPI, e conseqüentemente nos modos de sua aplicação.

Os resultados desta pesquisa indicaram que muitos professores sentem dificuldades na aplicação de abordagens investigativas devido a fatores relacionados à falta de clareza quanto à relação entre a prática docente e científica, e de segurança na proposição de investigações, priorizando a abordagem do conteúdo; além da dificuldade

quanto à adaptação dos equipamentos comuns nas práticas investigativas, e na orientação dos estudantes na condução das investigações (Akuma; Callaghan, 2018). Este resultado indica a necessidade de formação dos professores para trabalhar com o EPI, para que eles possam criar ambientes que propiciem aos estudantes a vivência de etapas da investigação na escola e que saibam conduzi-las (Baptista, 2010).

As pesquisas teóricas S32 e S42, respectivamente, apresentam os principais marcos do Ensino de Ciências por Investigação, por meio da análise e discussão das aplicações de Sequências de Ensino investigativa em turmas de diferentes níveis de instrução (S32) (Carvalho, 2018). A S42 traz discussões importantes para o EPI, com relação a sua trajetória de desenvolvimento no Brasil, com destaque para reflexões que contemplam os documentos oficiais da educação brasileira, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), e os currículos municipais, estaduais e federais de educação (Sasseron, 2018).

Pesquisas empíricas como a do artigo (S26) realizada por Silva, Ferreira e Silveira (2016) constataram que a utilização do EPI possibilitou maior envolvimento dos estudantes na construção de conhecimentos químicos sobre modelos atômicos.

Já no artigo S16, em pesquisa realizada pelos autores Pizzato e colaboradores (2018) discorrem sobre a diferença entre as atitudes investigativas e científicas, expondo os aspectos convergentes e divergentes entre esses dois termos. O estudo foi realizado por meio de uma atividade investigativa em um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA), baseada em propostas da química forense.

Para os referidos autores, as principais características que diferenciam as atitudes investigativas das científicas são aquelas relacionadas ao trabalho científico e a ética na ciência, como por exemplo, a precisão, a responsabilidade e a honestidade intelectual. Esse resultado dialoga com os cuidados que o pesquisador precisa tomar no desenvolvimento das pesquisas, visando atender as orientações das resoluções de ética na pesquisa. Silva, Ferreira e Silveira (2016) constataram, em seu trabalho (S26), que a utilização da abordagem investigativa possibilitou maior envolvimento dos estudantes, e a construção de conhecimentos químicos sobre modelos atômicos.

Já no artigo S28, Correia e Harrison (2019) trazem resultados os quais indicam que as concepções dos professores sobre o significado do EPI refletem na forma como eles vão ensinar e avaliar esta abordagem em sala de aula. Fato semelhante ocorre na promoção da autonomia do aluno nas atividades investigativas, pelos professores, que

também é influenciada por suas concepções. Nesse sentido, é importante entender quais significados os professores atribuem à investigação e ao EPI no contexto escolar.

4.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Quando se trata dos instrumentos de coleta de dados, a análise mostrou que as pesquisas são bastante versáteis, utilizando de diferentes instrumentos para o registro e coleta de dados (quadro 2).

O questionário foi o instrumento de levantamento de dados mais comum, estando presente na metodologia de dezesseis artigos (S2, S3, S5, S7, S10, S11, S13, S14, S15, S20, S22, S24, S26, S29, S31, S36 e S38).

Corroborando com Fontanella, Campos e Turato (2006), Moysés e Moori (2007) ressalta-se que nas pesquisas de natureza qualitativa, o questionário tem sido uma ferramenta eficaz para a coleta de dados, pois quando bem articulado possibilita o contato direto dos participantes da pesquisa com questionamentos subjetivos. Entretanto, é necessário ter cuidado na elaboração das questões para que não permita interpretações equivocadas, e totalmente em desacordo com o sentido pretendido com o questionário.

As gravações de áudios e vídeos são instrumentos de registro de dados importantes para a realização das atividades de pesquisa, e foram utilizados nos artigos S3, S4, S13, S15, S16, S18, S28, S37, S40, S43 para posterior transcrição. Esses achados se alinham com o que afirmam Lorenzoni e Recena (2017) quando destacam que o uso da estratégia de gravação de áudios e vídeos na coleta de dados possibilita uma análise e discussão mais detalhada, porque permite fazer a transcrição das falas dos participantes da pesquisa na íntegra ou as mais relevantes para atender os objetivos de pesquisa.

Outros instrumentos para coleta e registro de dados foram utilizados nas pesquisas empíricas apresentadas no quadro 2, como por exemplo, diários de bordo, planilhas, fotos, texto escrito, fichas de respostas, relatórios, entrevistas, etc. Um aspecto de relevância é a possibilidade na utilização de mais de instrumento de coleta, visto em determinados trabalhos, fato justificado pela necessidade de atender aos objetivos de pesquisa propostos e ao desenho metodológico adotado.

4.3 Temas/Conteúdos

No quadro 2 pode-se verificar que o EPI possibilita abordar diversos temas, como corante, chuva ácida, petróleo, química forense, nanotecnologia e nanociência; e conteúdos nas áreas de química, física, matemática, biologia e sobre abordagens

investigativas, sendo os mais abordados na área de química com vinte e três artigos. Por exemplo, no artigo S1 foi realizada uma atividade embasada no ensino por investigação para discutir conteúdos de química com a integração da matemática, em turmas iniciais da disciplina de cálculo diferencial, no curso de Licenciatura em Química de uma Instituição de Ensino Superior.

Esta articulação permitiu a vivência de aspectos investigativos e científicos pelos licenciandos (futuros professores), como: a correlação do conhecimento teórico com o prático, a confirmação de hipóteses por meio de evidências experimentais, a correlação de aspectos científicos com socioculturais e a aplicação da linguagem matemática em diferentes situações químicas (Silva; Vertuan; Silva, 2018). Tais resultados convergem com o que afirmam os autores Cardoso e Scarpa (2018), Sasseron e Machado (2017) sobre a importância de permitir aos estudantes a vivenciar práticas investigativas que os estimulem a tomada de decisão em situações diversas, nas quais o conhecimento escolar precisa ser mobilizado.

4.4 Participantes e Contexto da Pesquisa

O levantamento realizado nos periódicos selecionados mostrou vinte e três (S2, S4, S5, S8 a S15, S18, S20, S21, S22, S23, S24, S27, S29, S30, S31, S37, S38 e S40) artigos sobre pesquisas relativas ao EPI, envolvendo a participação de estudantes do Ensino Médio (regular e técnico), dois (S36 e S43) do ensino fundamental, um (S39) na educação infantil, dois no ensino superior (S1 e S6), um (S7) na pós-graduação e dois (S19 e S28) voltados a formação de professores de ciências. Os dados indicam que esta abordagem didática se configura como objeto de pesquisa em vários níveis e modalidades de ensino da educação em ciências, com predominância no ensino médio.

4.5 Articulações do EPI com Estratégias Didáticas

No quadro 2 pode-se observar que o EPI permite abordar diversos temas e conteúdos por meio da articulação com diferentes estratégias didáticas, não se resumindo apenas à experimentação em laboratório ou sala de aula. No artigo S18, Saleh e colaboradores (2020) utilizaram a abordagem investigativa associada a jogos virtuais, buscando promover o desenvolvimento de habilidades da linguagem e a aprendizagem pelos estudantes do ensino médio estadunidenses.

Por outro lado, os artigos S7 e S31 discorreram sobre a possibilidade de se trabalhar com abordagens investigativas de forma interdisciplinar, privilegiando a

integração entre diferentes áreas do conhecimento (Mutambuki; Schwartz, 2018; Prsybyciem; Silveira; Sauer, 2018).

O artigo S29 (Cavalcante; Teixeira; Marcelo, 2019) apresenta uma articulação do ensino por investigação com as estratégias Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e a Tecnologia, Informação e Comunicação (TIC) para discutir o Desastre Ambiental ocorrido em 05 de novembro de 2015, na cidade de Mariana, Minas Gerais, devido ao rompimento de uma barragem de rejeitos da mineradora SAMARCO na disciplina de Química. Além de trazer uma discussão sobre equívocos com relação ao objetivo do EPI, por exemplo, caracterizá-lo somente pela inserção de problemas ou questões no início das atividades, seguida de sua resolução no final. Entretanto, o EPI centra-se no processo de resolução de problemas e atividades, e não apenas no momento inicial ou final. Segundo Cardoso e Scarpa (2018), o processo investigativo inclui o levantamento e testagem de hipóteses, reflexão e avaliação dos erros para a reelaboração de hipóteses que contribuem para a resolução do problema.

Os artigos (S3, S10-14, S26-27 e S29) dos autores Stavrou, Michailidi e Sgouros (2018), Assai e Freire (2017), Gomes, Bilessimo e Silva (2020), Vidrik, Almeida e Malheiro (2020), Lorenzoni e Recena (2017), Moura, Durães e Silva (2019), Silva, Ferreira e Silveira (2016), Souza e Silva (2018), Cavalcante, Teixeira e Marcelo (2019), respectivamente, trazem a utilização de Sequências Didáticas com uma estrutura investigativa em sala de aula e como procedimento metodológico. Segundo Carvalho (2018) este tipo de sequência permite aos estudantes vivenciarem práticas investigativas, que os estimulem a tomada de decisão e o desenvolvimento de competências e habilidades para resolução de problemas, os quais o conhecimento escolar e acadêmico precisa ser mobilizado.

No artigo S31, os autores ao analisar as implicações da utilização da experimentação baseada no EPI e articulada a abordagem CTS para o ensino de conceitos químicos, por meio do tema qualidade do ar, perceberam uma melhor compreensão da linguagem química pelos estudantes e sua participação na elaboração e teste de hipóteses para a resolução do problema proposto (Prsybyciem; Silveira; Sauer, 2018). Entretanto, no artigo S8, os autores Pérez-Vidal e Crujeiras-Pérez (2018) constataram que a atividade de experimentação investigativa, por meio da construção de um andaime teórico, apresentou baixa eficácia no processo de ensino e aprendizagem, podendo ser um reflexo da inexperiência dos estudantes com abordagens investigativas.

Em síntese, quanto à tipologia houve a predominância da pesquisa empírica com 36 artigos encontrados. O instrumento de coleta de dados mais utilizado foi o questionário, presente na metodologia de 16 artigos, seguido da gravação em áudio e vídeo usada em 10 artigos. Outros instrumentos usados foram o diário de bordo, planilhas, fotos, textos escritos, resolução de caso, ficha de respostas, relatórios e entrevistas.

Os temas abordados por meio do EPI foram: Nanociência e nanotecnologia, repelentes, química forense, abordagens investigativas, química e tecnologia, corantes, indústrias lácteas, petróleo, chuva ácida, água e dinâmica populacional; e conteúdos de áreas diversas, sendo observada predominância para a Química (23 artigos). Dentre eles: cálculo diferencial, química analítica, cinética das reações, mudanças físicas e químicas, densidade, diabetes mellitus, termoquímica, soluções, condutividade e pH, separação de misturas, eletroquímica, método científico, materiais de laboratório, processos oxidativos, constituição da matéria, ácido-base, misturas homogêneas e heterogêneas, equilíbrio térmico e termologia, movimento acelerado e plano inclinado, répteis e insetos.

Este estudo bibliográfico permitiu o conhecimento das pesquisas recentes sobre o ensino por investigação, com o desdobramento de algumas considerações destacadas a seguir:

5 Considerações

O estudo identifica os elementos metodológicos e didáticos em pesquisas científicas que discorrem acerca do ensino por investigação na área de educação em ciências e matemática, no período de 2016 a 2020. Este ensino se configura como objeto de pesquisa em vários níveis e modalidades de ensino da educação em ciências e matemática e na formação de professores.

Do ponto de vista metodológico, as pesquisas que versam sobre o EPI são de natureza qualitativa. Há predominância de pesquisas empíricas com relação às teóricas. O questionário é o instrumento de coleta e registro de dados mais usado, seguido da videogravação. A grande maioria dos participantes das pesquisas analisadas se situa no contexto do ensino médio.

Quanto ao aspecto didático, o EPI apresenta diferentes possibilidades de articulações com diversas estratégias, como a abordagem CTSA, jogos didáticos, interdisciplinaridade, resolução de problemas, casos, simulação computacional, visita técnica, experimentação e sequência didática. Os conteúdos mais discutidos por meio

deste ensino são da área de química. Há predominância da abordagem de conteúdos em detrimento da discussão de temas por meio do ensino por investigação.

Percebem-se lacunas com relação às pesquisas que tratam do ensino por investigação na formação de professores (inicial e continuada) de ciências e matemática, sendo este aspecto de fundamental importância para que os docentes se apropriem de conhecimentos teórico-metodológico, para introduzir esta abordagem nos âmbitos escolar e acadêmico. E lacunas no desenvolvimento de pesquisas voltadas para a discussão de conteúdos e temáticas nas áreas de matemática e física.

A partir deste estudo foi realizada uma pesquisa de mestrado, voltada para a análise das potencialidades do EPI para o desenvolvimento da alfabetização científica de estudantes do ensino médio, em aulas de química, por meio da abordagem do tema Nanotecnologia.

Este estudo pode contribuir para a realização e avanço de futuras pesquisas de revisão de literatura, que versem acerca das características teóricas, metodológicas e didáticas do ensino por investigação nas áreas de formação de professores e educação em ciências e matemática.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos participantes da pesquisa, e o apoio do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e do Núcleo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP), cadastrado no CNPq.

Referências

AKKUZU, N.; UYULGAN, M. A. Step by step learning using the I diagram in the systematic qualitative analyses of cations within a guided inquiry learning approach. **Chemistry Education Research and Practice**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 641-658, 2017.

AKUMA, F. V.; CALLAGHAN, R. A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. **Journal Of Research In Science Teaching**, [S.L.], v. 56, n. 5, p. 619-648, 2 out. 2018.

ASSAI, N. D. S.; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências**: Unindo a pesquisa e a prática. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19-33.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. 295 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Lisboa, 2010.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. p. 547-560. Acesso em: 23 set. 2022.

BRUNO, G. S.; CAROLEI, P. Contribuições do Design para o Ensino de Ciências por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 851-878, 15 dez. 2018.

CARDANO, M. **Manual da Pesquisa Qualitativa**: A contribuição da teoria da argumentação. 1 ed. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, 2017.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 1025-1059, 15 dez. 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. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 765-794, 15 dez. 2018. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência*. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

CASTRO, D. R.; BEJARANO, N. R. R. Os conhecimentos alternativos e científicos na área de ciências naturais: uma revisão a partir da literatura internacional. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 1-14, 2013.

CAVALCANTE, B. P.; TEIXEIRA, A. M. S.; MARCELO, L. R. O desastre de Mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 173-185, 2019.

CHEN, J.; WANG, M.; GROTZER, T. A.; DEDE, C. Using a three-dimensional thinking graph to support inquiry learning. **Journal Of Research In Science Teaching**, [S.L.], v. 55, n. 9, p. 1239-1263, 8 mar. 2018.

CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266–298, 2016.

CORREIA, C. F.; HARRISON, C. Teachers' beliefs about inquiry-based learning and its impact on formative assessment practice. **Research In Science & Technological Education**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 355-376, 24 jun. 2019.

CRUJEIRAS-PÉREZ, B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. **Chemistry Education Research And Practice**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 99-112, 2017.

- FARIA, D. D. A.; BERNARDINO, N. D.; SETUBAL, S. R. M.; NOVAIS, V.; CONSTANTINO, V. R. L. Limpando Moedas de Cobre: um laboratório químico na cozinha de casa. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 20-24, 2016.
- FERREIRA, W. M.; ROCHA, L. B.; SANTOS, L. D.; SANTOS, B. L. S. R.; PITANGA, Â. F. Corantes: uma abordagem com enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) usando processos oxidativos avançados. **Química Nova na Escola**, [S.L.], p. 249-257, 2018.
- FONTANELLA, B. J. B.; CAMPOS, C. J. G.; TURATO, E. R. Data collection in clinical-qualitative research: use of non-directed interviews with open-ended questions by health professionals. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 812-820, out. 2006.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 687-719, 5 ago. 2020.
- FRIGGI, D. A.; CHITOLINA, M. R. O ensino de processos de separação de misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 13 n. 5, p. 388-403, 2018.
- GERALDO, A. C. H. **História da ciência: dos primórdios da formação humana até a era moderna, uma síntese didática**. 1 ed. Cuiabá: Edição do Autor, 2018.
- GOMES, A. L.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, J. B. Aplicação de sequência didática investigativa com uso de laboratórios online no ensino de química em turmas do ensino médio em escola pública: uma pesquisa-ação. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 499-519, 2020.
- LORENZONI, M. B.; RECENA, M. C. P. Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional “queimadas” com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 40-65, 2017.
- SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 905-933, 15 dez. 2018.
- MOL, G. S. Pesquisa Qualitativa em Ensino de Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S.L.], v. 5, n. 9, p. 495-513, 2007.
- MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) e o Ensino por Investigação: compromissos teóricos e esforços práticos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 795-818, 15 dez. 2018.
- MOURA, K. F. A.; DURÃES, J. A. S.; SILVA, F. C. Investigação no ensino médio: sistemas de hidroponia em horta escolar para discussão de conceitos químicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 582-592, 2019.
- MOYSÉS, G. L. R.; MOORI, R. G. Coleta de dados para a pesquisa acadêmica: um estudo sobre a elaboração, a validação e a aplicação eletrônica de questionário. In: Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu.
- MUTAMBUKI, J. M.; SCHWARTZ, R. We don't get any training: the impact of a professional development model on teaching practices of chemistry and biology graduate teaching assistants. **Chemistry Education Research And Practice**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 106-121, 2018.
- ÖZKANBAŞ, M.; KIRIK, Ö. T. Implementing collaborative inquiry in a middle school science course. **Chemistry Education Research And Practice**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 1199-1217, 2020.

PÉREZ-VIDAL, D.; CRUJEIRAS-PÉREZ, B. Desempeños del alumnado de Educación Secundaria en la evaluación de una investigación científica en el contexto de la industria láctea. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 5-23, 2019.

PÉREZ-VIDAL, D.; CRUJEIRAS-PÉREZ, B. Análisis del potencial del andamiaje insertado para promover la planificación de una investigación científica en educación secundaria. **Educación Química**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 109, 10 out. 2018.

PIZZATO, M. C.; MARQUES, L. C.; ROCHA, P. S.; SOUZA, M. D.; ESCOTT, C. M.; HECK, J. X. Identificação de atitudes investigativa e científica: um estudo de caso em um ambiente interativo de aprendizagem. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 258, 22 dez. 2018.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018.

RAMNARAIN, U. Understanding the influence of intrinsic and extrinsic factors on inquiry-based science education at township schools in South Africa. **Journal Of Research In Science Teaching**, [S.L.], v. 53, n. 4, p. 598-619, 5 fev. 2016.

ROLDI, M. M. C.; SILVA, M. A. J.; TRAZZI, P. S. S. Ação Mediada e Ensino por Investigação: um estudo junto a alunos do ensino médio em um museu de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 967-991, 15 dez. 2018.

SÁ, E. F.; MALINE, C.; MAUÉS, E.; SOUZA, A. C. Ressignificação do Trabalho Docente ao Ensinar Ciências na Educação Infantil em uma Perspectiva Investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 993-1024, 15 dez. 2018.

SALEH, A.; YUXIN, C.; HMELO-SILVER, C. E.; GLAZEWSKI, K. D.; MOTT, B. W.; LESTER, J. C. Coordinating scaffolds for collaborative inquiry in a game-based learning environment. **Journal Of Research In Science Teaching**, [S.L.], v. 57, n. 9, p. 1490-1518, 31 ago. 2020.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C.; CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**, [S.L.], p. 258-266, 2018.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do ensino fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 879-904, 15 dez. 2018.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática: inovando a forma de ensinar física**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, v. 1, 2017.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 1061-1085, 15 dez. 2018.

SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E.; SILVA, J. M. G. Ensino por investigação nas aulas de Matemática do curso de licenciatura em Química. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [S.L.], v. 14, n. 31, p. 54, 11 nov. 2018.

SILVA, M. S. B.; SILVA, D. M.; KASSEBOEHMER, A. C. Atividade investigativa teórico-prática de Química para estimular práticas científicas. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 360-368, 2019.

SILVA, N. S.; FERREIRA, A. C.; SILVEIRA, K. P. Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 141-148, 2016.

SILVA, R. F. **Seqüência Didática Investigativa sobre Nanotecnologia e Nanociência: contribuições para a emergência da Alfabetização Científica em aulas de Química no Ensino Médio**. 2022. 147 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022.

SOUZA, C. R.; SILVA, F. C. Uma Sequência Investigativa Relacionada à Discussão do Conceito de Ácido e Base. **Química Nova na Escola**, [S.L.], p. 276-286, 2018.

STAVROU, D.; MICHAILIDI, E.; SGOUROS, G. Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. **Chemistry Education Research And Practice**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 1065-1080, 2018.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G. Atividades Investigativas na Educação Científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.L.], p. 819-849, 15 dez. 2018.

SWIECH, J. N. D. A Camisinha como Artefato Tecnológico no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 230-236, 2016.

SZALAY, L.; TÓTH, Z. An inquiry-based approach of traditional ‘step-by-step’ experiments. **Chemistry Education Research And Practice**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 923-961, 2016.

VIDRIK, E. C. F.; ALMEIDA, N. C.; MALHEIRO J. M. S. As contribuições de uma seqüência didática com enfoque investigativo para o ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 488-498, 2020.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 67-80, dez. 2011.

Recebido em: 12 de abril de 2023

Aceito em: 22 de fevereiro de 2024