

Resolução de problemas no ensino de Química: uma revisão integrativa

Troubleshooting in chemistry teaching: an integrative review

La resolución de problemas en la enseñanza de la química: una revisión integradora

Natany Assai ^[a] 

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Universidade Federal Fluminense (UFF), Departamento de Química

Everton Bedin ^[b] 

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Química

Como citar: ASSAI, N.; BEDIN, E. Resolução de problemas no ensino de Química: uma revisão integrativa. *Revista Diálogo Educacional*, v. 24, n. 82, p. 1104-1120, 2024. <https://doi.org/10.7213/1981-416X.24.082.AO05>

Resumo

Esse estudo propõe uma revisão de literatura integrativa acerca da Resolução de Problemas (RP) no ensino da química ao nível fundamental e médio. Para tanto, empregou-se a metodologia Revisão Sistemática Integrativa, dividindo-se em 6 passos, utilizando como campo de busca o Banco de Teses e Dissertações da CAPES e o Banco Digital de Teses e Dissertações. Os resultados evidenciaram, além da pequena quantidade de trabalhos, que os referenciais teóricos adotados estão pautados em uma vertente construtivista, e a tipologia de problemas está referenciada em Lopes, Laudan e Pozo. Há uma predominância de produções nas regiões nordeste e sul acerca da metodologia RP, e uma variedade de estratégias didáticas utilizadas para abordar os problemas. A partir da Análise de Conteúdo, as categorias C1 e C2 evidenciam a necessidade de refletir sobre as habilidades requeridas e intencionadas para resolver os problemas, enquanto metodologia ativa. Defende-se nesse estudo problemas que possibilitem a aquisição de tomada de decisão, sendo evidente

^[a] Doutora em Ensino de Ciências, e-mail: natanyassai@id.uff.br

^[b] Doutor em Educação em Ciências, e-mail: bedin.everton@gmail.com

que a RP desenvolva habilidades, protagonismo e criatividade dos alunos, com grande potencial a ser explorado no ensino e aprendizado da química.

Palavras-chave: Problematização. Ensino de Ciências. Revisão sistemática de literatura.

Abstract

This study proposes an integrative literature review on Troubleshooting (RP) in chemistry teaching at the elementary and high school levels. The Integrative Systematic Review methodology was employed, consisting of 6 steps, using the CAPES Thesis and Dissertation Database and the Digital Thesis and Dissertation Bank as search fields. The results highlighted, in addition to the limited number of works, that the adopted theoretical frameworks are based on a constructivist approach, and the typology of problems is referenced in Lopes, Laudan, and Pozo. There is a predominance of productions in the northeast and south regions regarding the RP methodology, and a variety of didactic strategies used to address the problems. Through Content Analysis, Categories C1 and C2 highlight the need to reflect on the skills required and intended to solve problems as an active methodology. This study advocates for problems that allow the acquisition of decision-making skills, making it clear that RP develops students' skills, protagonism, and creativity, with great potential to be explored in the teaching and learning of chemistry.

Keywords: Problematization. Science teaching. Systematic literature review.

Resumen

Este estudio propone una revisión integradora de la literatura sobre Resolución de Problemas (RP) en la enseñanza de la química en los niveles elemental y secundario. Para ello, se utilizó la metodología de Revisión Sistemática Integrativa, dividida en 6 pasos, utilizando como campo de búsqueda el Banco de Tesis y Tesis CAPES y el Banco de Tesis y Tesis Digital. Los resultados mostraron, además del pequeño número de trabajos, que los referentes teóricos adoptados se basan en un aspecto constructivista, y la tipología de problemas está referenciada en Lopes, Laudan y Pozo. Existe predominio de producciones en las regiones noreste y sur respecto a la metodología de PR, y variedad de estrategias didácticas utilizadas para abordar los problemas. Desde Análisis de Contenidos, las categorías C1 y C2 destacan la necesidad de reflexionar sobre las habilidades requeridas y destinadas a la resolución de problemas, como metodología activa. Este estudio defiende problemas que posibilitan la adquisición de la toma de decisiones, y se evidencia que la PR desarrolla habilidades, protagonismo y creatividad en los estudiantes, con gran potencial para ser explorado en la enseñanza y el aprendizaje de la química.

Palabras clave: Solución de problemas. Químico. Revisión sistemática de la literatura.

Introdução

O debate em torno dos processos de ensino e aprendizagem tangencia as discussões na educação química após os anos 2000, apontando tendências pautadas em uma abordagem investigativa e de formação para a cidadania (Bedin, 2019). A Educação Química demonstra uma tendência rumo a reformas que visam a obtenção da Alfabetização Química, relacionada com a cidadania ativa no século XXI, com a tomada de decisão democrática em uma era tecnológica e mais notavelmente à educação ambiental (Vamvakeros; Pavlatou; Spyrellis, 2010). Dentre essas tendências, figura a metodologia da Resolução de Problemas (RP), objeto de estudo dessa investigação.

A palavra problema no dicionário brasileiro de Língua portuguesa Michaelis apresenta variadas conceituações: 1) tema, em qualquer área do conhecimento, cuja solução ou resposta requer considerável pesquisa, estudo e reflexão; 2) questão levantada para inquirição, consideração, discussão, decisão ou solução; e, 3) dificuldade ou obstáculo que requer grande esforço para ser solucionado ou vencido. Observam-se distintas vertentes, dentre as quais o significado de problema está relacionado com uma dificuldade, quer seja porque não se sabe a resposta ou não se possui meios ou caminhos diretos para a solução, a ser enfrentada pelo indivíduo ou grupo.

De outra forma, na primeira variação, o problema é apresentado como um tema amplo que necessita de uma abordagem extensiva, normalmente em uma área específica do conhecimento. Resolver esse tipo de problema envolve um processo longo de pesquisa, estudo profundo e reflexão para alcançar uma solução ou resposta. Na segunda vertente, o problema é apresentado como uma questão específica proposta para ser examinada, discutida, decidida ou resolvida. Pode ser uma pergunta ou uma situação que requer atenção e resposta. A resolução desse problema pode envolver discussões, análises críticas e tomada de decisões. Em relação à terceira vertente, o problema é visto como uma dificuldade ou obstáculo que exige esforço significativo para ser superado. Pode ser algo que apresenta desafios consideráveis e requer uma abordagem ativa para encontrar uma solução ou superar a dificuldade.

Assim, percebe-se que enquanto a primeira vertente enfatiza a extensividade do problema em termos de pesquisa e estudo, a segunda destaca a natureza específica da questão, que precisa ser abordada, discutida ou decidida, e a terceira concentra-se na ideia de dificuldade ou obstáculo que exige esforço substancial para ser superado. A resolução desse problema, então, é o processo pelo qual a situação é esclarecida, utilizando-se conhecimentos e reflexões oriundos de estudos (Freire; Júnior; Silva, 2011). Desse ponto de vista, as definições acima apresentadas se complementam no que se entende como RP.

Batinga e Teixeira (2014, p. 25) retratam um problema como “uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a busca de estratégias ou conhecimentos ou de técnicas, ou ambos, para encontrar a solução”. Os problemas se caracterizam por uma amplitude de possibilidades, por permitirem diferentes caminhos para resolução, exigindo do indivíduo um maior envolvimento, argumentação e variadas estratégias, requerendo uma interlocução com outros saberes empíricos e científicos.

A compreensão da RP nessa investigação justifica-se considerando que tais pressupostos e classificações podem variar consoante a área do conhecimento, dos conteúdos, do tipo de operações e processos necessários para resolvê-los, além de outras características (Pozo, 1998; Pozo; Echerreivia, 1998). Lopes (1994) apresenta os problemas em cinco tipos: formal, informal, orientado, apropriado, dado

e real. Já Laudan (2010) classifica os problemas em empíricos e conceituais, em que o primeiro aborda problemas acerca do mundo real enquanto o segundo discorre sobre alguma teoria e dependente exclusivamente dela para responder à questão proposta.

Pozo (1998), por sua vez, categoriza os problemas em científicos, cotidianos e escolares. De forma geral, os problemas científicos são aqueles que necessitam recorrer à Ciência para serem explicados. Por outro lado, os problemas cotidianos, como o próprio nome já diz, remete-se a situações que se impõem em contextos não necessariamente escolares, os quais há a necessidade de resolver para a vida em sociedade, esse tipo de problema equivale ao problema empírico de Laudan. Os problemas escolares servem de ponte entre os objetivos dos problemas científicos e dos problemas cotidianos (circunstâncias da realidade), se assemelhando aos problemas conceituais propostos por Laudan.

No ensino de Ciências, a RP começou a ser utilizada a partir da década 90, como uma variação do método canadense *Problem Based Learning* (PBL), traduzido para o Brasil como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). De acordo com Lima, Arena e Passos (2018), enquanto os trabalhos envolvendo PBL descrevem a utilização do método para desenvolvimento profissional, a RP está direcionada à aprendizagem de conhecimentos científicos através da resolução de situações-problema.

Além disso, existe, também, a preocupação de como guiar os alunos a tratar as situações problemas para obterem êxito em sua tarefa de solucioná-los (Gil-Perez; Torregrosa, 1983). Os autores, inclusive, relatam que conceber o modelo de RP como pesquisa implica elaborar estratégias de resolução, buscando caminhos para esse processo, a fim de mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que dispõe. Assim, na RP, os alunos atuam como investigadores e os professores como mediadores dessa investigação, possibilitando que o aluno construa uma resolução para a questão com base em “etapas como observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações”. (Lima; Arena; Passos, 2018, p. 468).

Nesse sentido, a RP caracteriza-se por contemplar objetivos formativos, proporcionar o desenvolvimento de habilidades investigativas, facilitar o entendimento de princípios científicos e promover o desenvolvimento da criatividade (Medeiros, 2019; Pozo, 1998). Nesse campo, diante das potencialidades da RP na formação crítica do aluno, questiona-se: qual é o panorama sobre a metodologia Resolução de Problemas no ensino de química brasileiro, considerando pesquisas acadêmicas de nível *stricto sensu*? Logo, o presente artigo propõe uma revisão de literatura integrativa acerca da Resolução de Problemas no ensino da química ao nível fundamental e médio.

Esse estudo no contexto educacional brasileiro, considerando pesquisas acadêmicas de nível *stricto sensu*, é de extrema importância para diversas áreas, visto que essa metodologia tem o potencial de impactar positivamente o ensino, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades analíticas dos alunos. Ademais, a análise dessas pesquisas pode revelar sobre a efetividade da metodologia e proporcionar uma visão aprofundada das barreiras enfrentadas pelos educadores na implementação da RP no ensino de química, seja por falta de recursos, deficiências no treinamento ou resistência institucional.

Ao explorar as contribuições dessas pesquisas, é possível identificar inovações pedagógicas que estão sendo propostas e implementadas no cenário educacional brasileiro. Isso não apenas informa sobre as práticas atuais no ensino de química, como também destaca os objetos de conhecimento, na qual a RP é mais aplicada e bem-sucedida. Além disso, o estudo pode revelar as necessidades de pesquisa futura, identificando lacunas no conhecimento que merecem atenção, orientando pesquisadores,

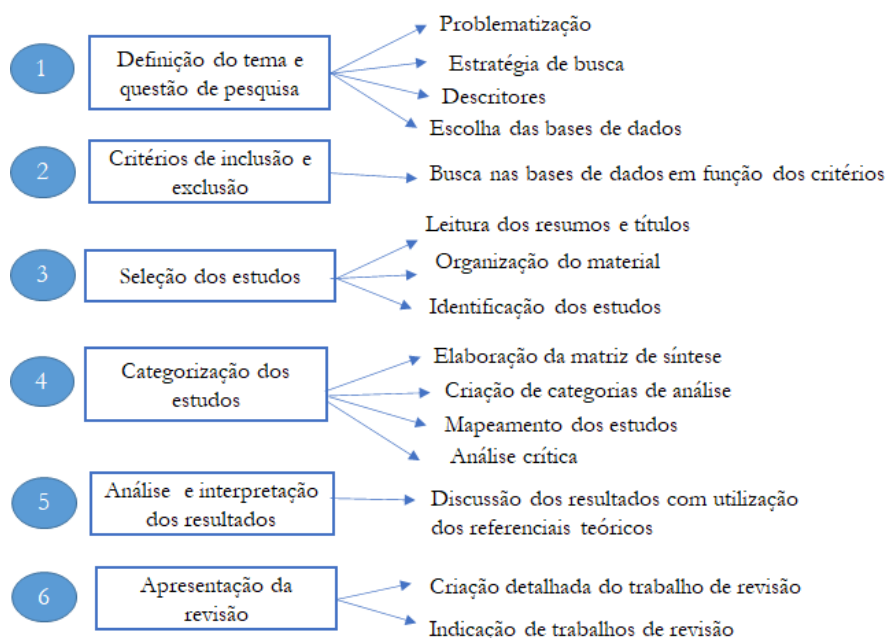
educadores e formuladores de políticas na definição de prioridades para o avanço contínuo da metodologia de RP na educação brasileira, em especial o ensino de química.

Encaminhamentos metodológicos

Segundo Botelho, Cunha e Macedo (2011), a Revisão Sistemática Integrativa (RSI) contempla seis etapas para a sua execução, a saber: identificação do tema e elaboração da questão de pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; categorização dos estudos selecionados; análise e interpretação dos resultados; e, apresentação da revisão/síntese do conhecimento. A RSI contempla um profundo entendimento acerca de um tema de interesse, permitindo ao leitor avaliar criticamente o resultado. Nesse viés, ao buscar uma compreensão *in locu* sobre a Resolução de Problemas, optou-se pela RSI em produções acadêmicas decompuestas, como teses e dissertações. As etapas para a RSI estão no esquema a seguir (Figura 1).

A primeira etapa da revisão integrativa contempla a definição da questão de pesquisa. Com base nos objetivos propostos, debruçou-se na compreensão sobre como a metodologia de RP é contemplada na educação básica. Os descritores utilizados foram: “resolução de problemas” and “química”. Dada a característica do estudo, optou-se por selecionar o catálogo de dissertações e teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior¹ (CAPES) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações² (BDTD) como fontes de pesquisa, entre os quais foram identificados 151 e 620 trabalhos, respectivamente.

Figura 1 – Etapas da revisão integrativa



Fonte: Autores (2023).

¹ Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

² Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/>

Na segunda etapa, os critérios de inclusão e de exclusão pautaram-se em quatro aspectos: i) área de conhecimento; ii) nível de ensino; iii) disponibilidade das produções e; iv) intervenções pedagógicas, ou seja, aplicadas em contextos de sala de aula. Alguns trabalhos utilizavam a RP em outras áreas do conhecimento, tais como a Matemática e a Engenharia, sendo, portanto, excluídos do estudo. Outros trabalhos não possuem autorização do autor para divulgação e, por consequência, o documento não estava disponível na íntegra para análise. Além disso, dez trabalhos que versam sobre propostas destinados ao ensino superior também foram excluídos. À guisa de exemplo, Silva (2022), em sua pesquisa, utiliza a metodologia da RP de Ciências com licenciandas em Pedagogia.

A partir dos critérios de inclusão e exclusão, analisando-se detalhadamente cada um dos trabalhos, do montante de 771 trabalhos, foram selecionados 15 artigos oriundos do Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES e 17 artigos do BDTD para leitura na íntegra. Para a seleção desses artigos, procedeu-se a leitura do título e do resumo para compreensão das ideias gerais do texto e, posteriormente, leitura na íntegra. No decorrer da leitura, alguns artigos não contemplavam o tema “Resolução de Problemas” como cerne de pesquisa, não apresentando o aporte teórico sobre o assunto ou descrevendo os problemas no decorrer do trabalho; logo, também foram excluídos. Portanto, houve a necessidade de novas exclusões, sendo selecionados 9 artigos oriundos do Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES e 6 artigos do BDTD, totalizando 15 artigos como *corpus* de análise para essa pesquisa. O fichamento dos artigos foi realizado sequencialmente na ordem de ocorrência na página e organizados em uma planilha do *excel*.

Durante a quarta etapa – categorização, criou-se inicialmente um quadro com as informações pertinentes ao trabalho e avaliou-se os estudos completos de forma crítica. Para a categorização, foram utilizados os seguintes critérios: ano de publicação, tipo de produção (dissertação/tese), palavras-chave, autores e referências, região geográfica e abordagens metodológicas empregadas.

A análise e a síntese dos estudos selecionados foram realizadas de forma descritiva, possibilitando observar, relatar, descrever e classificar os dados. Com o intuito de reunir os conhecimentos sobre o tema explorado na revisão, utilizou-se a Análise de Conteúdo de Bardin (2011), visto que esse método pressupõe três etapas para uma conexão em forma de categoria, sendo: a. Pré-análise: organização e preparação dos materiais, definição de categorias e unidades de análise utilizando os critérios acima estabelecidos; b. Exploração do Material: aplicação sistemática das categorias previamente definidas para examinar o conteúdo; e, c. Tratamento dos Resultados: interpretação dos resultados, inferências e elaboração do relatório final.

Por fim, a etapa seis remonta sobre as reflexões do acúmulo do conhecimento sobre a RP, buscando a elaboração da matriz de síntese, o qual pontua as perspectivas e avanços da área.

Resultados e discussões

Decorrente dos critérios estabelecidos na etapa quatro – categorização, culminou na elaboração do Quadro 1, que organiza as informações dos trabalhos analisados, referente ao tipo de trabalho (DA – Dissertação Acadêmica, DP – Dissertação Profissional, T – Tese), autor, ano de publicação, instituição de origem e região.

Quadro 1 – Corpus de acordo com identificação, tipo de produção, ano e região.

Tipo	ID	Autor	Ano	Instituição	Região
T	1	Batinga, V. T. A.	2010	UFPE	Nordeste
DP	2	Mota, R. N.	2012	UFSCAR	Sudeste
DP	3	Costa, L. F. S. P.	2019	UFSCAR	Sudeste
DA	4	Brisola, F. E.	2019	UTFPR	Sul
DP	5	Sousa, P. M. M. de	2019	UERR	Norte
DP	6	Almeida, P. S. G.	2019	IFES	Sudeste
DP	7	Santos, R. J. dos	2019	UFRPE	Nordeste
DP	8	Medeiros, D. R.	2019	UNIPAMPA	Sul
DA	9	Silva, E. T. da	2019	UFPE	Nordeste
DA	10	Ramos, T. B.	2019	UFSM	Sul
DA	11	Silva, P. N.	2019	UFPE	Nordeste
DP	12	Araujo, V. M. S.	2020	UFPE	Nordeste
T	13	Ribeiro, D. C. A.	2020	UFRGS	Sul
DA	14	Borges, P. B. P.	2022	UNIPAMPA	Sul
T	15	Oliveira, F. V. D.	2022	UFSM	Sul

Fonte: Autores (2023).

No que se refere às datas de publicação, as produções versam majoritariamente sobre publicações de 2019 a 2022 (86,6%, n = 13), ou seja, nos últimos cinco anos, apontando a RP como uma tendência recente no ensino de química. Há apenas dois trabalhos anteriores a 2019 (13,3%, n = 2), datados em 2010 e 2012, respectivamente. Outro aspecto a considerar é que dos 15 trabalhos analisados, 80% (n = 12) são provenientes de dissertações, ou seja, produções desenvolvidas em cursos de mestrado, dentre as quais 58,3% (n = 7) são de mestrados acadêmicos e 41,7% (n = 5) oriundas de mestrados profissionais. As demais produções (20%, n = 3) referem-se a teses, proveniente de pesquisas de doutorado.

Apesar de uma quantidade insipiente de pesquisas, foram identificadas pesquisas desenvolvidas em quatro regiões do país, a saber: Norte, na Universidade Estadual de Roraima – UERR (6,67%, n = 1), Nordeste na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE (13,3%, n = 2) e na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (20%, n = 3), Sudeste no Instituto Federal do Espírito Santo – IFES (6,67%, n = 1) e na Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR (13,3%, n = 2) e Sul nas Universidades Federal de Santa Maria – UFSM (13,3%, n = 2), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (6,67%, n = 1), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR (6,67%, n = 1), e Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA (13,3%, n = 2), demonstrando um tema de relevância para a área, com exceção da região centro-oeste.

Nesse sentido, dois programas de Pós-graduação se destacaram nas produções, ambos em rede: Mestrado em Química Profissional em Rede Nacional – PROFQUI (26,68%, n = 4) e o Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: química da vida e saúde (UFRGS e UNIPAMPA, (20%, n = 3)). Nesse viés, ao consultar os orientadores, foi possível remeter a dois pesquisadores que orientaram mais de uma produção: Angela Fernandes – PROFQUI no polo da UFRPE, e Mara Goi, representando o programa de Pós-Graduação da UNIPAMPA, reiterando interesse e aprofundamento teórico, envolvendo a metodologia RP.

Além disso, quanto às regiões da pesquisa, é possível observar seis produções na região sul (40%, n = 6), cinco na região nordeste (33,3%, n = 5), seguidas pela região sudeste (13,3%, n = 2) e norte (6,67%, n = 1).

= 1). Logo, há uma representatividade das regiões sul e nordeste quanto às pesquisas sobre a metodologia RP, apontando como expoentes para a produção acadêmica do tema em questão.

Na sequência, buscou-se averiguar o entendimento dos pesquisadores sobre RP, a partir dos referenciais que norteiam os pressupostos teóricos adotados nas pesquisas. Enquanto corrente filosófica e teorias de aprendizagem, os autores apresentam em seus estudos majoritariamente uma perspectiva construtivista, ao apresentar referenciais como Ausubel e a Aprendizagem Significativa (Brisola, 2019; Costa, 2019; Sousa, 2019). A teoria sociointeracionista de mediação de Vygotsky (Borges, 2022), e a psicologia cultural de Bruner (Medeiros, 2019) aparecem na sequência. Além disso, há a menção sobre as Teorias de Gestalt e da Equilibração de Piaget (Batinga, 2010), as quais preconizam que a aprendizagem ocorre mediante mecanismos de reestruturação, ao compreender que o sujeito constrói interpretações utilizando seus conhecimentos anteriores e também sob a forma de teorias. Depreende-se, portanto, que, apesar das singularidades e especificidades de cada uma das teorias, há em comum a relevância à interação e participação do sujeito/aluno na construção do conhecimento.

Assim, a RP não se restringe ao questionamento das ideias iniciais do aluno, e, no processo de busca por uma solução, novos conhecimentos são construídos à medida que são propostas estratégias e hipóteses para resolvê-los. Ademais, percebe-se em comum que, para os teóricos, a aprendizagem não ocorre por memorização ou repetição, e eles não oferecerem métodos e técnicas para serem utilizadas na escola, mas disponibilizam um arcabouço de ferramentas teóricas para estudo e entendimento (Moreira, 1999). Assim, a metodologia RP incorpora essas características, ao ser associada a pressupostos cognitivistas e construtivistas.

Em detrimento dos referenciais, buscou-se a tipologia dos problemas apresentados nos trabalhos pelos autores, a qual se enquadra em três autores: Lopes (1994), Laudan (2010) e Pozo (1998). Lopes (1994) é apresentado como referencial em quatro produções (26,68%, n = 4), com predominância na região Nordeste (20%, n = 3) e apenas uma produção na região Sul (6,67%, n = 1), mais especificamente na UFSM. Já Laudan (2010) surge em duas produções (13,3%, n = 2), ambas da região Sul, na UNIPAMPA e UFRGS. Pozo (1998), por sua vez, é autor mais citado relacionado ao tema RP (73,37%, n = 11), sendo destas cinco produções estão no Nordeste (33,35%), quatro na região Sul (26,68%), e uma produção na região Sudeste (6,67%) e uma na região Norte (6,67%). Depreende-se, portanto, a importância do autor para o tema e abrangência em âmbito nacional.

Dessa forma, os problemas escolares constituem uma mescla de autores, buscando uma articulação entre o conhecimento científico e o cotidiano e, particularmente, de interesse para o ensino de ciências/química, dado que corrobora à postura investigativa sustentada pelos autores desta investigação. Quanto aos procedimentos em “como” o aluno poderia resolver um problema, foram identificadas distintas diretrizes, organizadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Etapas para resolução de um problema

ID	Autor	Etapas
T1	Pozo e Postigo (1993)	1) aquisição de informação, 2) interpretação de nova informação 3) análise da informação disponível e realização de inferência 4) compreensão e avaliação dos resultados 5) reorganização conceitual e procedimentos para comunicação e socialização dos resultados.
T15	Polya (2006)	1) Compreensão do Problema, 2) Estabelecimento de um plano

ID	Autor	Etapas
		3) Execução do Plano 4) Retrospecto
DA4	Ribeiro (2008)	1) Reconhecimento do problema 2) hipóteses 3) utilização dos conhecimentos prévios na resolução do problema 4) estratégias 5) possível solução do problema.
DP5	Mendoza (2009)	1) compreender o problema 2) construir o modelo matemático 3) solucionar o modelo matemático 4) interpretar a solução

Fonte: Autores (2023).

Pozo e Postigo (1993) apresentam cinco etapas para resolver um problema, a partir de estratégias de domínio do estudante. Polya (2006, apud Sousa, 2019) propôs um esquema para resolver problemas matemáticos em quatro etapas, os quais foram modificados e aperfeiçoados por Mendoza (2009), ambos voltados a educação matemática. Já Ribeiro (2008 apud Brisola, 2019) apresenta cinco passos direcionadores para resolução de um problema voltado para Ciências.

No que se referem a elaboração de problemas, foram identificadas três pesquisas que abordam esse aspecto (20%, n = 3), nas três teses (T1, T13 e T15). Em T15, Oliveira (2022) apresenta o modelo estrutural 3C3R de Hung (2009), baseado em nove passos para a criação de problemas. Esse método está organizado em componentes centrais (3C – conteúdo, conexão e contexto) e componente processuais (3R – pesquisa/researching, raciocínio e reflexão), as quais estruturam a pirâmide da aprendizagem, com a proposição de nove etapas para elaboração de problemas:

1) criar metas e objetivos: delineamento do problema e profundidade do conteúdo a ser abordado; 2) conduzir uma análise de conteúdo: analisar as capacidades intelectuais necessárias para resolver o problema; 3) analisar o contexto do problema: inserir um contexto que seja atraente para os alunos; 4) formular uma versão inicial do problema; 5) conduzir uma análise adequada do problema: descrever e analisar o problema por completo, dando uma noção geral, como as habilidades cognitivas e de resolução necessárias; 6) conduzir uma análise de correspondência: revisão dos componentes curriculares, pesquisa, raciocínio e contexto do problema; 7) conduzir processos de calibração: correção e ajustes apontados na fase anterior; 8) construir componentes reflexivos: auxiliar o aluno a pensar sobre seu processo de aprendizado, como, por exemplo, onde buscou informações, por que escolheu aquela solução para o problema; e, 9) examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R: validar a integridade dos componentes, observando se estão presentes e se ocorre a inter-relação entre eles.

Portanto, os componentes centrais referem-se à adequação do problema em proporcionar o conhecimento científico, permitindo o alcance dos objetivos estabelecidos, enquanto os processuais facilitam a participação consciente do aluno e posteriormente, o desenvolvimento de processos cognitivos fundamentais.

Já T1 apresenta um escopo de orientações quanto ao processo de RP de química, a partir dos pressupostos da investigação científica proposta por Gil Pérez, Martínez Torregrosa e Sement Pérez (1988), a saber: 1) propor problemas oriundos de temas sócio-científicos que surgem das situações vividas pelos alunos em seu contexto social e natural mediante um processo de problematização; 2) favorecer a discussão e reflexão sobre a relevância e o possível interesse em relação aos problemas apresentados; 3) possibilitar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender o problema

proposto e formular perguntas que direcionem a busca de respostas; 4) considerar a elaboração de hipóteses como uma atividade central da RP, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento dos problemas e de tornar explícitas as concepções dos alunos; 5) realizar análises baseadas nas hipóteses elaboradas e fundamentadas, evitando resultados carentes de significação química; 6) conceder atenção especial à elaboração de memórias científicas que reflitam o percurso adotado na busca de respostas para o problema, ressaltando o papel da comunicação e do debate durante a RP; e, 7) enfatizar a dimensão coletiva da estratégia de RP, por meio da socialização do conhecimento produzido privilegiando a interação entre o professor e alunos e alunos-alunos nos grupos de trabalho.

Em sua pesquisa, T13 descreve as características desejáveis para um problema eficaz para os conteúdos de Ciências: 1) um problema eficaz contextualiza a temática à realidade do aluno e aproxima-o da questão proposta; 2) suscita reflexão crítica sobre o tema; 3) motiva o aluno a buscar soluções; e, 4) proposição de hipóteses e/ou tomada de decisão.

Os autores apresentam dois exemplos de estruturas de problemas eficazes e reiteram a escassez de discussões acerca da elaboração de problemas de Ciências. É possível estabelecer convergências entre as etapas propostas por ambos os autores, uma vez que as características propostas por Ribeiro, Passos e Salgado (2020) se aproximam das etapas 1-4 de Gil Pérez, Martínez Torregrosa e Sement Pérez (1988). Nesse viés, compreende-se que as demais etapas (5-7) detalham e denotam maior cuidado quanto ao percurso e estratégias adotadas para resolver a questão e a participação do professor em todo o processo; há uma reflexão e responsabilidade coletiva para com o problema.

As demais pesquisas (80%, n = 12) apresentam resultados acerca da implementação de propostas de ensino que utilizam problemas associados a outras estratégias. Entretanto, em sua maioria, avaliam as demais estratégias e deixam os problemas em segundo plano, sem um aprofundamento do processo de elaboração e elementos ou, ainda, sem apresentar as formas de resolução analíticas apresentadas pelos alunos. Há dificuldade em encontrar a descrição dos problemas nas produções, restringindo a análise aos recursos e estratégias de suporte. Além disso, a emergência de aspectos relacionados à elaboração de problemas apenas em teses, reforça a hipótese de que a elaboração de problemas é um processo complexo, que carece de aprofundamento e amadurecimento teórico, que muitas vezes não “cabe” em uma dissertação, e que se trata de um processo inverso à reprodução de problemas já existentes.

Com vistas a compreender os conteúdos químicos almejados nos problemas e as estratégias didáticas associadas para a resolução dos mesmos, o Quadro 3 detalha as informações, conforme identificação do artigo, conteúdo, série em que foi implementado, estratégias e região.

Quadro 3 – Conteúdos, série, estratégias didáticas³ e região

ID	Conteúdo	Série	Estratégias	Região
DA4	Água	8º ano	Leitura de Textos, Mapa Conceitual, Exercícios	Sul
DP3	Separação de Misturas	9º ano	Leitura de Textos, Mapa Conceitual, Experimentação	Sudeste
DA9	Matéria e suas Transformações	9º ano	Vídeo, Experimentação	Nordeste
DP12	Reações Químicas	1º ano	Experimentação, Vídeos, Modelos Físicos	Nordeste
DP2	Interações Intermoleculares	1º ano	Mapas Conceituais	Sudeste

³ Compreende-se nessa investigação estratégia didática proposto por Masetto (2003) como um meio utilizado pelo professor para facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.

ID	Conteúdo	Série	Estratégias	Região
DP8	Separação de Misturas	1º ano	Seminário, Mesa Redonda	Sul
DA10	Métodos Instrumentais	1º ano	Experimentação, HQ, Webquest, Mapas Conceituais, Redes Sociais	Sul
DP5	Soluções	2º ano	Experimentação	Norte
DA11	Cinética Química	2º ano	Experimentação	Nordeste
DP7	Galvanoplastia	2º ano	Vídeo, Simuladores	Nordeste
DA14	Química Orgânica	3º ano	Animação, Experimentação	Sul
T13	Agrotóxicos	3º ano	Vídeos, Debate, Cartazes	Sul
T15	Funções Orgânicas	3º ano	Lista de Exercícios, Discussão e Resolução Coletiva	Sul
T1	Estequiometria	3º ano	Experimentação	Nordeste
DP6	Bioquímica	3º ano	Experimento, Visita Técnica, Debate, Curta-Metragem	Sudeste

Fonte: Autores (2023).

Nota-se a presença de produções que abordam a RP para trabalhar conceitos químicos desenvolvidas tanto no Ensino Fundamental II (20%, n = 3) como no Ensino Médio (80%, n = 12). A predominância de produções a nível médio já era esperada, visto que o componente curricular de química está historicamente voltado para ser trabalho nesse nível de ensino. No Ensino Fundamental II, são geralmente abordados conceitos introdutórios na disciplina de Ciências, como matérias e suas transformações, incluindo o processo de separação de misturas, como apontado nas produções DP3 e DA9. Outro ponto a considerar é que todas as produções analisadas se propõem a trabalhar conteúdos químicos distintos a partir da metodologia RP.

As estratégias didáticas empregadas pelos autores para explorar os problemas foram diversas, tais como: mapas conceituais, vídeos, animações/simuladores, visitas técnicas, seminários, mesas redondas, *webquests*, modelos físicos e experimentação. Dessas estratégias, a experimentação foi a estratégia mais utilizada (60%, n = 9) presente nas quatro regiões analisadas. Em seguida, os vídeos (26,6%, n = 4) estão presentes nas produções do nordeste (20%, n = 3), no Sul (6,67%, n = 1) e sudeste (6,67%, n = 1). Os mapas conceituais (26,6%, n = 4) estão dissolvidos nas produções do sul (13,3%, n = 2) e sudeste (13,3%, n = 2) como evidenciam DA4, DA10, DP2 e DP3. Além disso, quatro pesquisas (26,6%, n = 4) adotam estratégias de discussões coletivas acerca do problema a ser resolvido, utilizando-se de debates e mesas redondas: DP6, DP8, T13 e T15.

Nesse íterim, a partir de Bardin (2011), buscou-se retomar às produções, buscando uma categorização quanto à função dessas estratégias didáticas na RP. Ao tomar o posicionamento de que a RP se apresenta como uma estratégia de ensino, cujo objetivo é promover aos alunos a autonomia e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, propôs-se compreender como tais estratégias foram utilizadas em prol da resolução do problema, do qual emergiram duas categorias: C1 – resolução de problemas de caráter individualizado; e, C2 – resolução de problemas de caráter coletivo.

A categoria C1 – resolução de problemas de caráter individualizado, compreende 46,6% (n = 7) dos trabalhos, em especial aqueles que compreendem a RP com vistas a uma aprendizagem individualizada, utilizando estratégias nas quais os alunos resolveram o problema de forma individual, mediante táticas que favoreçam uma evolução metacognitiva, com foco em aspectos conceituais. Nessa perspectiva, há uma ênfase em estratégias como leitura de textos e mapas conceituais, além da experimentação. Estão alocados nessa categoria os trabalhos: DP2, DP3, DA4, DP5, DP7, DA10 e DA11.

DP2, por exemplo, utiliza os mapas conceituais como estratégia para a RP de cunho teórico sobre interações intermoleculares e geometria molecular para alunos do 1º ano do Ensino Médio. Já DP3 utilizou problemas de caráter experimental em conjunto aos mapas conceituais para abordar os processos de separação de misturas. O autor pontuou em seus resultados sobre a relação entre os mapas produzidos e a resolução dos problemas propostos, indicando que os alunos que tiveram mais dificuldade em elaborar seus mapas obtiveram menor êxito na resolução dos problemas experimentais. Como os mapas conceituais compreendem uma relação entre ideias e conceitos, baseada nos pressupostos da Aprendizagem Significativa de Ausubel são comumente produzidos individualmente, buscando tecer aspectos conceituais.

Em C2 – resolução de problemas de caráter coletivo, compreende-se 53,3% (n = 8) das produções, essencialmente aquelas em que alguma etapa da resolução dos problemas envolveu discussões coletivas, entre alunos e/ou o professor, com possibilidade de tomada de decisão coletiva. Assim, pertencem a essa categoria estratégias que fomentam conteúdos atitudinais como debates, mesas redondas e a discussão de vídeos. Estão alocados nessa categoria os trabalhos: T1, T13, DP6, DP8, DA9, DP12, DA14 e T15.

DP6, por exemplo, abordou conceitos de bioquímica a partir do tema aleitamento materno com duas turmas do 3º ano do Ensino Médio. A intervenção, com duração de 13 encontros, iniciou com a proposição de situações-problema a serem respondidas pelos grupos de alunos. Para resolvê-las, os alunos realizaram atividades experimentais e uma visita a um banco de leite de um hospital local, seguido de momentos distintos de debates e discussões ao final de cada uma dessas etapas. Ao final da intervenção, os grupos apresentaram às suas resoluções ao problema e cada turma confeccionou um curta-metragem sobre a experiência. Os resultados apontam para a presença dos três eixos estruturantes da alfabetização científica, que marcam ser uma estratégia para que o conhecimento científico.

DA9 utilizou experimentos e vídeos associados à RP para abordar o conteúdo de matéria e suas transformações com alunos do 9º ano do ensino fundamental, a partir do tema água. Inicialmente, os alunos foram apresentados a dois problemas sobre a contaminação de um rio local, com o intuito de respondê-los com base em seus conhecimentos prévios, sem qualquer orientação ou materiais de suporte. Posteriormente, o professor expôs vídeos sobre a poluição do rio e o processo de tratamento de água, e abordou os conceitos de interesse: processos de separação de misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, fenômenos químicos e fenômenos físicos, mediante aulas expositivas. Posterior a esse movimento, os alunos realizaram atividades experimentais, em grupos, que subsidiaram uma nova resolução dos problemas por parte deles. Os resultados foram avaliados positivamente pelo autor, sobre aspectos em torno do envolvimento dos alunos no processo de busca do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades como: elaboração de hipóteses, planejamento de experimento, discussão e comunicação de ideias, trabalho em grupo, e autonomia.

T13 também utilizou os vídeos, mas diferentemente da pesquisa de Silva (2019), os utiliza com o intuito de favorecer discussões para promover debates. O autor elaborou problemas sobre a temática ambiental agrotóxicos e, por intermédio de trechos de vídeo(s) sobre os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciou a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos em grupos, culminando na produção de cartazes e, posteriormente, debates coletivos. Os problemas foram desenvolvidos em distintos níveis de ensino: fundamental, técnico em Química e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Tal fato reforça a

potencialidade de adaptação e ajustes dos problemas em múltiplos conteúdos/séries e a possibilidade dos alunos vivenciarem a RP a partir de uma visão abrangente sobre questões relativas à Educação Ambiental.

Em termos quantitativos, há um equilíbrio entre as categorias C1 e C2, representando que não um consenso de abordagem quanto à elaboração e resolução dos problemas, entretanto, as produções relativas à categoria C2 estão concentradas nas regiões sul e nordeste. Além disso, as pesquisas analisadas, em geral, articulam mais de uma estratégia para abordar os problemas em sala de aula. Compreende-se, portanto, que abordar problemas em salas aula demanda um planejamento prévio do professor, levando-o a combinação de estratégias diversificadas, uma vez resolver problemas envolve um processo investigativo que requer esforço cognitivo e habilidades aos alunos, que não se sustentam apenas com aulas tradicionais. Nesse sentido, Silva (2019) argumenta sobre a resistência dos alunos encontrada ao desenvolver sua pesquisa, afirmando que o ensino praticado nas escolas torna os alunos “passivos” e “acomodados”, em que a responsabilidade pela aprendizagem fica com total responsabilidade ao professor, revelando que a proposta de RP, que exige atitude e participação ativa nos processos de ensino e aprendizagem, apresentou estranhamento.

Medeiros (2019, p. 109), após a implementação da sua investigação, também reforça as potencialidades da RP, argumentando que possibilita o “desenvolvimento da capacidade de resolver situações instigantes, interagir entre os pares, desenvolver a oralidade, a criatividade e a criticidade”. Corroborando a esses pressupostos, Brisola (2019) reitera que apesar de pesquisas dessa natureza ocorrerem em períodos curtos, são propostas que não devem acontecer no formato de ações pontuais e esporádicas, mas numa modificação de paradigma, convertendo em mudanças permanentes para, de fato, corroborar aos pressupostos construtivistas e investigativos.

Por fim, a Figura 2 ilustra uma representação da matriz de síntese do estudo, a partir dos resultados advindo do processo da Revisão Sistemática Integrativa acerca da RP no ensino e aprendizagem de química na educação básica.

Figura 2 – Matriz de Síntese



Fonte: Autores (2024).

A matriz apresenta os principais “achados” sobre a metodologia de Resolução de Problemas, evidenciando uma predominância de dissertações em detrimento de teses entre as produções analisadas. Há uma variedade de conteúdos químicos, estratégias didáticas e séries abordadas, transitando pelo Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Educação profissional e tecnológica. Os pressupostos teóricos contemplam majoritariamente a perspectiva construtivista fundamentada em autores desde a década de 80 até os últimos cinco anos.

Considerações finais

No que diz respeito à metodologia adotada, a revisão sistemática integrativa (RSI) proporciona a oportunidade de estruturar o conhecimento científico para permitir que o pesquisador se aproxime da questão que deseja analisar, conferindo, assim, confiabilidade à abordagem analítica. A RSI viabiliza a capacidade de sistematização do conhecimento científico, de forma que o pesquisador se aproxime da situação problema que se deseja apreciar, conferindo confiabilidade ao movimento analítico.

Quanto ao tema de estudo – Resolução de Problemas –, é importante destacar que houve um baixo volume de produções efetivamente desenvolvidas na educação básica durante o período recente referente ao ensino de química (2019-2022). Os resultados evidenciaram a presença de pesquisas em quatro regiões do país, com exceção do centro-oeste, concentradas principalmente nas regiões nordeste e sul. Pozo (1998) é o autor mais citado no que se refere à metodologia RP. Foram encontradas produções que abordam conteúdos químicos distintos o Ensino Fundamental II e principalmente, no decorrer do Ensino Médio.

Diversas estratégias foram empregadas para abordar problemas e resolvê-los junto aos alunos, com o intuito de conectar essas abordagens ao conhecimento científico e químico, com ênfase em atividades experimentais como estratégia adotada pelos professores. As categorias C1 e C2 indicam que a estratégia didática escolhida, apesar de não ser determinante, auxilia a compreender a condução da resolução do problema e as habilidades esperadas dos alunos para respondê-los.

Reitera-se nesse quesito que, para além de resolver problemas, considerando aspectos cognitivos dos alunos, há a necessidade de que os problemas proporcionem a capacidade dos alunos em respondê-los, a partir de observação, coleta de dados, levantamento de hipóteses, a fim de chegar a uma resolução consciente e conforme os conceitos científicos. Tal inferência leva a um novo questionamento: para resolver um problema, é necessário que ele tenha um objetivo definido, esteja bem elaborado e disponibilize as informações adequadas para resolvê-lo? Assim, quais as características para elaborar um problema considerado adequado para favorecer a aprendizagem dos alunos? Para tanto, no desdobramento de pesquisas futuras, apresentam-se algumas sugestões:

- Enunciado de um problema não deve ser longo, com dados exaustivos ou ferramentas que indiquem os passos a seguir antes de resolvê-lo.
- Incentivar enunciados que favoreçam indagações científicas.
- Utilizar contextos e temas socio científicos que estejam de acordo com a realidade do aluno.
- Revisar e validar as variáveis do problema, proporcionando ajustes antes de aplicá-lo;
- Motivar o aluno a encontrar soluções de formas diversas.

- Elaborar problemas abertos que possibilitem diversidade de estratégias e caminhos para resolvê-los.

Nesse contexto, torna-se evidente que a RP representa uma metodologia com grande potencial a ser explorado no ensino e aprendizado da química, sobretudo, no intuito de promovê-la como metodologia ativa. Todavia, nesse estudo, destaca-se como limitação no decorrer da análise, a indisponibilidade dos problemas citados pelos autores em algumas produções, dificultando a caracterização dos mesmos e articulação aos referenciais teóricos apresentados. Depreende-se, portanto, como desdobramentos futuros, a caracterização e elaboração de problemas de química que possibilitem um engajamento e aquisição de conhecimentos e tomada de decisão por parte do estudante.

Referências

ALMEIDA, P. S. G. *Ensino de química a partir da aprendizagem baseada na resolução de problemas: a temática do leite materno para a promoção da alfabetização científica*. 2019. 199 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2019.

ARAUJO, V. M. da S. *Resolução de problemas na abordagem do conteúdo reações Químicas articulado à temática conversão catalítica*. 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. A abordagem da resolução de problemas por uma professora de química: análise de um problema sobre a combustão do álcool envolvendo o conteúdo de estequiometria. *RBECT*, Ponta Grossa, v.1, n.1, p.24-52, 2014.

BEDIN, E. Filme, experiência e tecnologia no ensino de ciências química: uma sequência didática. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v.9, n.1, p. 101-115, 2019.

BRISOLA, F. E. *Atividades de raciocínio lógico para a aprendizagem significativa em ciências*. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

BORGES, P. B. P. *Experimentação articulada à resolução de problemas: contribuições nos processos de ensino e aprendizagem em química*. 2022. 165f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2022.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

COSTA, L. F. S. P. da. *Separação de misturas no ensino fundamental: mapas conceituais e resolução de problemas*. 2019. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, Campinas, v.23, n.79, p.257-272, 2002.

FREIRE, M. S.; SILVA JÚNIOR, G. A. da; SILVA, M. G. L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. *Acta Scientiae*, Canoas, v.13, n.1, p. 106–120, 2011.

GIL-PEREZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, v.5, n.4, p.447-455, 1983.

LAUDAN, L. *O Progresso e seus Problemas: rumo a uma Teoria do Crescimento Científico*. Tradução de Roberto Leal Ferreira; São Paulo: UNESP, 2010.

LIMA, F. S. C. de; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. *Química Nova*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2018.

LOPES, J. B. *Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto, 1994.

MEDEIROS, D. R. *Resolução de problemas como proposta metodológica para o ensino de química*. 147 f. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2019.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MOROSI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. *Educação Por Escrito*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, 2014.

POZO, J.I. (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

PROBLEMA. In: *MICHAELIS*, Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 28/09/2023.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. M.; SALGADO, T. D. M. A metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: as características de um problema eficaz. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 22, p.1-21, 2020.

SANTOS, R. J. *Resolução de problemas na construção de conhecimentos articulados à temática galvanoplastia*. 136 f. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, A. P. P. N. da; SOUZA; R.T. de; VASCONCELLOS, V. M. R. O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. *Educação*. Porto Alegre, Porto Alegre, v. 43, n. 3, e37452, 2020.

SILVA, K. M. E. da. *A Cultura maker e a resolução de problemas no Ensino de Ciências: análise de uma vivência formativa no curso*. 266 f. 2022. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2023.

SILVA, E. T. da S. *Resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa*. 60 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

SOUSA, P. M. M. de. *A experimentação aliada à resolução de problemas no ensino de soluções fundamentada na teoria da aprendizagem significativa, para estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola pública*

da Cidade de Boa Vista/RR. 2019. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2019.

VAMVAKEROS, X.; PAVLATOU, E. A.; SPYRELLIS, N. Survey Exploring Views of Scientists on Current Trends in Chemistry Education. *Science & Education*, v.19, p.119-145, 2010.

RECEBIDO: 17/01/2024

RECEIVED: 17/01/2024

APROVADO: 02/08/2024

APPROVED: 02/08/2024