

Concepção de Problema no âmbito da Atividade Experimental Problematicada (AEP): implicações ao ensino de Ciências Exatas, Matemática e áreas adjacentes*

Conception of the Problem within the scope of the Problematic Experimental Activity (PEA): implications for the teaching of Exact Sciences, Mathematics and adjacent areas

André Luís Silva da Silva¹
Paulo Rogerio Garcez de Moura²
José Cláudio Del Pino³

Resumo

Neste artigo são tratados aspectos teóricos e metodológicos da Atividade Experimental Problematicada (AEP), justificando-a como um processo/produto de inovação didático-pedagógica voltado ao ensino experimental das Ciências e Matemática (em tese, também a outras áreas de conhecimento). O foco das discussões apresentadas neste artigo versa acerca da classificação, em domínios conceitual e procedimental, de problemas adotada pelos autores Pozo e Crespo, quando ambos estabelecem os termos Problemas Qualitativos, Problemas Quantitativos e Pequenas Pesquisas. Acrescenta-se a isso a relação entre tais definições e a AEP, em seus aspectos de planejamento e mediação. São apresentadas exemplificações para cada tipologia entre os problemas considerados, justificadas pelo marco teórico-conceitual de referência, seguindo-se por possíveis desdobramentos e proposições a outras áreas de conhecimento. Como aspecto diferencial de outras publicações voltadas às caracterizações da AEP, destaca-se o aprofundamento teórico-metodológico do problema. Diante disso, espera-se contribuir para consolidação da experimentação no Ensino de Ciências Exatas e Matemática, como metodologia de ensino, a partir do reconhecimento do problema como elemento inicial e demarcador do processo didático-pedagógico.

Palavras-chave: Experimentação. Problema. Inovação didático-pedagógica. Ensino.

*Submetido em 05/11/2023 - Aceito em 27/08/2025

¹Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Brasil - andresilva@unipampa.edu.br

²Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil - paulomoura.ufes@gmail.com

³Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Brasil - delpinojc@yahoo.com.br

Abstract

This article deals with theoretical and methodological aspects of the Problematic Experimental Activity (PEA), justifying it as a process/product of didactic-pedagogical innovation aimed at experimental teaching of Sciences and Mathematics (in theory, also to other areas of knowledge). The focus of the discussions presented in this article is about the classification, in conceptual and procedural domains, of problems adopted by the authors Pozo and Crespo, when both establish the terms Qualitative Problems, Quantitative Problems and Small Researches. Added to this is the relationship between such definitions and PEA, in its aspects of planning and mediation. Examples are presented for each typology among the problems considered, justified by the theoretical-conceptual framework of reference, followed by possible developments and propositions to other areas of knowledge. As a distinguishing aspect from other publications focused on characterizing experimental engineering, this article stands out for its in-depth theoretical and methodological approach to the problem. Therefore, it is hoped that this text will contribute to the consolidation of experimentation in Exactas Science and Mathematics Education as a teaching methodology, based on the recognition of the problem as an initial and defining element of the didactic-pedagogical process.

Keywords: Experimentation. Problem. Didactic-pedagogical innovation. Teaching.

1 INTRODUÇÃO

A principal contribuição potencial deste artigo, considerando a consolidação de publicações, em diferentes contextos, sobre a Atividade Experimental Problematicada (AEP) e a Resolução de Problemas, consiste na demarcação de uma interface entre ambas metodologias de ensino, a partir da centralidade do conceito de *problema*. Ao direcionar as discussões sobre esse conceito, tendo em vista sua centralidade para a AEP, busca-se neste texto identificar diferentes modos de caracterização para o problema originário da atividade experimental, tendo em vista algumas de suas classificações adotadas na literatura especializada. Isso, sem perder de vista sua característica contextual, fortemente adotada pelo processo da AEP.

Nesse sentido, na obra *Ciência para todos*, emergente de ações empreendidas pela Associação Americana para o Avanço da Ciência¹, Rutherford e Ahlgren (1995) estabelecem uma associação altamente consistente e significativa entre a Ciência e seus aspectos sociais, tendo em vista algumas intencionalidades necessárias ao seu ensino satisfatório. Segundo ele:

O objetivo mais elevado da educação é preparar os indivíduos para levarem uma vida responsável e que os realize pessoalmente. Por seu lado, a educação científica – ou seja, a educação em ciências, matemática e tecnologia – deveria ajudar os estudantes a desenvolverem os conhecimentos e hábitos mentais de que necessitam para se tornarem seres humanos compassivos, capazes de pensarem por si próprios e para enfrentarem a vida (Rutherford; Ahlgren, 1995).

Tendo em mente tais interesses, a Atividade Experimental Problematicada (AEP) é neste texto defendida como uma proposta de sistematização voltada ao ensino experimental das Ciências e Matemática, em seus aspectos de planejamento e de intervenção. Está materializada originalmente pela publicação de duas obras bibliográficas, sendo que, na primeira, Silva e Nogara (2024) apresentam exemplificações de AEPs no contexto do ensino da Química e, na segunda, SILVA e MOURA (2018) a estendem às demais Ciências Exatas (bem como às áreas da Matemática, Engenharias e, potencialmente, Informática). Outrossim, desde 2015 artigos versam sobre a temática em âmbitos de ensino e de aprendizagem das Ciências, em diferentes contextos e públicos-alvo (Silva; Moura; Pino, 2015; Silva; Moura; Pino, 2017; Silva; Moura; Pino, 2018; Silva *et al.*, 2019; Moreira *et al.*, 2019; Silva; Moura; Nogara, 2020; Silva; Moura; Pino, 2021; Silva *et al.*, 2022).

Na conjuntura didático-pedagógica de uma AEP, o problema exposto ao aluno, objeto de interesse deste texto, pode despertar nele sua motivação, desafio intelectual e capacidade de argumentação, promovendo a autoconfiança necessária para que busque apresentar explicações idiossincráticas aos fenômenos/situações tratados. Todavia, para que essa metodologia possa lograr êxito, o professor não deve fornecer (e tampouco esperar por) respostas peremptórias, mas, processualmente, novos questionamentos e provocações cognitivas, no intuito de levar o aluno a paulatinamente qualificar seu próprio entendimento. Nessa dinâmica, o professor assume a função de questionador, conduzindo perguntas e propondo novos problemas aos seus alunos, auxiliando-os na exploração, desenvolvimento e adequação constante de suas próprias

concepções, para que eles venham a sugerir hipóteses e justificativas às aparentes inconsistências com as quais se deparam (Galiuzzi; Gonçalves, 2004; Hodson, 1994).

Adotando-se como cenário o Ensino de Ciências, nos pressupostos da AEP, a experimentação, como estratégia de ensino, integra elementos teóricos e metodológicos aderentes aos pressupostos da Resolução de Problemas, importante e premente estratégia de planejamento, mediação instrucional e avaliação da aprendizagem. Essa estratégia se pode caracterizar como aderente a pressupostos defendidos em arcabouços teóricos, isso é, Teorias de Educação.

A Resolução de Problemas, no que se refere à defesa que se faz de a atividade prática ser iniciada pela caracterização de uma situação-problema, a partir da qual ações são planejadas e posteriormente conduzidas, é amplamente aderente à AEP, em seus pressupostos e expectativas. Sendo assim, ganha relevância, nos contextos da AEP, sobretudo no que se refere à práxis docente, determinadas caracterizações – à título de inteligibilidade dos pressupostos sobre os quais está configurada – da estratégia de ensino caracterizada como Resolução de Problemas.

Diante dessas marcações conceituais, este artigo apresenta natureza teórica, ao sistematizar emergências de um propósito de pesquisa que visou estabelecer interfaces entre a metodologia da Resolução de Problemas e a AEP. Para tanto, foram consideradas fontes de referência para ambas acepções educacionais, e destacados argumentos capazes de apresentar a AEP a partir de distintas caracterizações de um problema considerado eficaz para o Ensino de Ciências Exatas, Matemática e áreas adjacentes.

Tendo em vista os aspectos teóricos e metodológicos do processo caracterizado de AEP, infere-se suas contribuições potenciais ao ensino, como estratégia metodológica, e à aprendizagem, em seus pressupostos pedagógicos. Isso se justifica ao AEP sustentar-se em princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003) e da Epistemologia de Thomas Kuhn (Kuhn, 1962). Ao se desenvolver um processo instrucional a partir da via da experimentação, a condição para aprendizagem caracterizada como *material potencialmente* significativo é satisfeita, uma vez que o planejamento e a mediação da experimentação abre variados espaços-tempo à participação direta do aprendiz, o que ganha potência pela proximidade do problema de origem da experimentação ao seu contexto. Sob dimensões epistemológicas, esse problema deve abranger vias distintas de enfrentamento e solução, aproximando o conhecimento científico de atitudes importantes ao trabalho experimental, como a criticidade, argumentação e construção de justificativa às ideias aventadas. O problema, portanto, ganha centralidade nessa discussão.

2 RESOLUÇÃO (PROPOSIÇÃO) DE PROBLEMAS

A Atividade Experimental Problematicada (AEP) é instaurada pela caracterização de uma situação-problema (um problema). Contudo, a fim de evitar alguns equívocos conceituais recorrentes, primeiramente se pretende caracterizar a metodologia de ensino subjacente e, na sequência, a concepção adotada para esse problema, tendo em vista os pressupostos imperativos

à sua associação à AEP.

A metodologia de ensino denominada Problem Based Learning (PBL) tem sido desenvolvida em algumas escolas nas últimas décadas, sendo pioneiras aquelas de McMaster, no Canadá, e a de Maastricht, na Holanda. Mais recentemente, esta estratégia tem se difundido em unidades de ensino de outros países e continentes, como os Estados Unidos, a África, a Ásia e a América Latina (Berbel, 1998). No Brasil, algumas instituições de Ensino Superior, destacando-se alguns cursos da área da saúde, tem se valido de tal proposta, cuja experiência, paulatinamente, tem sido estendida a cursos de outras áreas, tais como Ciências Humanas, Ciências Exatas e ainda determinadas Engenharias (Ribeiro, 2022).

Tomam-se aqui argumentos de ALMEIDA (), quando esta autora aponta que “[...] a metodologia Problem Based Learning (PBL) é conhecida no Brasil como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), e em Portugal como Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP)”. A pesquisadora ainda ressalta que Portugal tem uma experiência melhor consolidada do que o Brasil no uso dessa estratégia, quando aplicada na Educação Básica. Sendo assim, se adotou neste texto os fundamentos dos autores portugueses Vasconcelos e Almeida ao se tratar dessa estratégia, tendo em vista os fundamentos e emergências da AEP.

Considerando a metodologia de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), simplificada doravante como Resolução de Problemas, assume-se que o aluno dispõe de conhecimentos prévios imprescindíveis à sua aprendizagem, e fundamentais à instauração (e consolidação, em termos do desenvolvimento de aprendizagens) do processo teórico-metodológico da Resolução de Problemas. Além disso, a partilha de saberes é oportunizada ao se desenvolver as ações da ABRP sob a tutela de grupos de trabalho, nos quais o professor desempenha a função de “colaborador” de aprendizagens, ao mediar objetos de conhecimento e suas relações implicadas.

A metodologia de ensino pautada pelos pressupostos da ABRP como centrada no aluno, e instaurada por um problema de sua familiaridade, contextual e de relevância social e/ou ambiental, preferencialmente por ele identificado ou elaborado. Nesse viés, por meio de um cenário real ou criado pelo professor capaz de despertar investigações abertas e mobilizar distintos conhecimentos prévios e subsunçores, questões-problemas caracterizam-se como importantes eixos para sistematizações e materializações, teóricas e/ou procedimentais (Vasconcelos; Almeida, 2012).

Com relação às atividades de ensino, em atenção particular para com as estratégias didáticas circunscritas a práxis docente, Amado (2015) aponta que as atividades educativas da ABRP podem,

[...] contribuir significativamente para a superação da prática pedagógica tradicional, que ainda hoje impera na educação brasileira, buscando a mudança do ensino fragmentado, para uma prática pedagógica que potencializa o desenvolvimento de competências mais complexas e transdisciplinares, como, o espírito crítico, a capacidade de argumentação, de escrita, de comunicação, o trabalho em equipe, a procura por soluções para problemas.

Consistem de competências inerentes à ABRP atitudes críticas e criativas, o trabalho em equipe e colaborativo, a capacidade de argumentação, a busca constante por soluções a situações-problemas e a construção participativa de saberes e fazeres, além do desenvolvimento do pluralismo estratégico e metodológico (Amado; Vasconcelos, 2015). Sob tais pressupostos,

[...] a abordagem da ABRP não pode ser fechada e invariável. Apela-se, por isso, ao pluralismo estratégico de atividades e de recursos didáticos, nomeadamente permitindo integrar estratégias com as quais os professores já estão habituados a trabalhar com sucesso (Vasconcelos; Almeida, 2012).

Na perspectiva de diversificação das estratégias de ensino, atitude altamente aderente aos pressupostos da AEP e, tendo em vista o entendimento de seus autores da ocorrência do fenómeno da aprendizagem em nível psicológico, isto é, particular a cada sujeito e mobilizada por distintos estímulos exteriores, “[...] outras estratégias, associadas a trabalhos laboratoriais/experimentais [...] são também frequentemente utilizadas” no desenrolar da ABRP, à qual “[...] não implica o abandono de estratégias de ensino frequentemente utilizadas pelos professores de ciências” (Vasconcelos; Almeida, 2012).

3 INTERFACES ENTRE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A METODOLOGIA DA AEP

Nas particularidades da metodologia da experimentação, tendo em vista sua potencial capacidade de aproximar temáticas científicas ao cotidiano do aluno, em uma intenção de rompimento dos paradigmas do modelo experimental demonstrativo e consequente intervenção didático-pedagógica em perspectiva inovadora, ativa, participativa, instigante e desafiadora, em oposição ao ensino experimental prescritivo, Suarez, Sartori e Fatibello-Filho (2013) indicam que

[...] as situações novas, em que se propõem experimentos que relacionem o cotidiano ao conteúdo [...], fazem com que os alunos exercitem o lado crítico e científico, promovendo um maior envolvimento no processo ensino-aprendizagem, trazendo à tona o conhecimento prévio e relacionando-os ao experimento realizado, e além de tudo, incentivando a capacidade dos mesmos em organizar e gerir o seu aprendizado.

Aceitando-se a situação-problema como uma estratégia capaz de oferecer as condições teórico-procedimentais para viabilidade dos objetivos de ensino pretendidos, os problemas propostos deverão gerar concepções que, após análises e argumentos, ampliarão os conhecimentos prévios dos alunos, oportunizando a eles reflexão, método de trabalho colaborativo e um ambiente de respeito às diferentes ideias e suas vias de justificativa e fundamentação (Cachapuz *et al.*, 2005). Segundo Vasconcelos e Almeida (2012),

[...] os conhecimentos prévios dos alunos são o motor para o levantamento de questões, a ABRP inicia o processo de ensino com a apresentação de problemas reais, promovendo o questionamento e a procura de soluções por via autônoma, facilitando a aprendizagem de novos saberes, desenvolvendo o pensamento crítico e capacidades diversas.

O entendimento aprofundado acerca da concepção do problema que origina a AEP é indispensável, uma vez que dele serão instauradas as bases teóricas (de planejamento), metodológicas (de desenvolvimento) e de avaliação da atividade prática, em atenção aos pressupostos da ABRP e às particularidades da AEP. Segundo ECHEVERRÍA e Pozo (1998), o problema é definido como dada situação que é reconhecida como tal, de modo a “[...] não dispormos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-la de forma mais ou menos imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos” (p. 16). Nessa linha teórica, Lopes (1994) menciona que, apesar da complexidade do tema, existe um consenso dentre os pesquisadores da subárea do Ensino de Ciências de que problemas consistem em algo que não se reconheça previamente uma solução, bem como não sejam estabelecidos métodos únicos à tal determinação. Tais pressupostos teóricos consistem de elementos conceituais, procedimentais e atitudinais fortemente vinculados às perspectivas da AEP.

ECHEVERRÍA e Pozo (1998) diferenciam problemas de exercícios; os últimos possuem mecanismos imediatos de solução, diferentemente dos primeiros. Problemas e exercícios também apresentam distinções significativas quanto aos objetivos de sua utilização sob perspectiva instrucional. Essa diferenciação é citada por Lopes (1994), quando o autor aponta que exercícios podem ter sua utilização vinculada a operacionalizar conceitos, técnicas, leis ou regras, bem como exemplificar dadas situações e/ou simular realidades. Contudo, utilizar problemas vincula-se à otimização de estratégias de raciocínio, entendimento psicológico de conceitos/princípios e desenvolvimento de conhecimentos, tanto teóricos como procedimentais.

Determinadas características, quanto ao entendimento dos itinerários de resolução, podem consistir de fatores determinantes para o desenvolvimento da atividade como um problema ou como um exercício. Entretanto, tais características podem ser vinculadas às suas metas de utilização, quanto a estratégia didática desenvolvida pelo professor. Em síntese, conhecer as estratégias de resolução pode caracterizar a atividade como um exercício. Não conhecer as estratégias de resolução pode afigurá-la como um problema, o qual pode ser utilizado para o desenvolvimento de habilidades mais complexas do que o reforço do que é trabalhado no momento. O foco de atenção é que a atividade didático-pedagógica deve transcender a aplicação de uma técnica, exigindo do aluno meios e modos mais sofisticados e satisfatórios de entendimento e manipulação.

Visando a ampliação e qualificação desta abordagem, diante dos propósitos de discussão deste texto e do ponto de vista do Ensino de Ciências, cabe uma associação entre o tipo de procedimento executado pelo aluno, em termos de técnica ou de estratégia, e a atividade planejada pelo professor, com relação à dicotomia problema-exercício. POZO e Crespo (2009) apontam que

Enquanto as técnicas serviriam para enfrentar exercícios, tarefas rotineiras sempre iguais, as estratégias seriam necessárias para resolver problemas, se entendemos por problemas uma situação relativamente aberta em que sabemos onde estamos e onde queremos ir, mas não exatamente como chegar lá [...]. Calcular a área de um polígono a partir de uma fórmula é um exercício, calculá-la sem a fórmula é um problema [...].

Alguns critérios a fim de aproximar situações de ensino-aprendizagem a problemas e distanciá-las de exercícios são pertinentes, tais como: a proposição de tarefas abertas que admitam distintas vias de solução e, inclusive, mais de uma solução possível; a inserção de cenários cotidianos e significativos de proximidade à realidade do aluno; a não restrição da atividade a uma ilustração, demonstração ou exemplificação de determinado conteúdo; o incentivo ao aprendiz em tomar suas próprias decisões durante o processo de (re)solução, para além do domínio da categorização dos dados e das informações (Pozo; Crespo, 2009).

4 CLASSIFICAÇÃO DE PROBLEMAS À LUZ DOS FUNDAMENTOS DA AEP

À guisa disso, cabe uma argumentação mais aprofundada com relação aos modos pelos quais o problema se apresenta, em termos de estruturação e validação, e suas condições processuais de enfrentamento. Tomando-se como foco perspectivas didáticas, problemas de natureza educacional podem ser classificados em diversos modelos, de acordo com suas características e objetivos derivados. POZO e Crespo (2009), contudo, considerando os modos com que os problemas são desenvolvidos nos contextos de ensino-aprendizagem e seus objetivos nos currículos tangentes ao Ensino de Ciências, apresentam a seguinte seriação: Problemas Qualitativos, Problemas Quantitativos e Pequenas Pesquisas.

Os *Problemas Qualitativos* se caracterizam por apresentar uma possível resolução por meio de raciocínios teóricos, sem a imprescindibilidade de cálculos numéricos; e não requerem manipulações experimentais. São problemas abertos, relacionados à fenômenos diversos ou análise de situações cotidianas ou científicas derivadas de saberes psicológicos e/ou objetos de conhecimento, “[...] nos quais se deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas e científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou do marco conceitual que a ciência proporciona” (Pozo; Crespo, 2009).

Tais problemas apresentam como vantagens propiciar que os alunos trabalhem com conceitos/princípios científicos variados, mantenham-se atentos a suas ideias, e as compartilhem. Quanto ao grau de abertura desse tipo de problema, deve oportunizar que uma única questão seja trabalhada com alunos de distintas faixas etárias, habilidades e conhecimentos. Todavia, POZO e Crespo (2009) alertam a uma dificuldade no desenvolvimento de problemas qualitativos, a qual se relaciona à existência de elevado grau de abertura, com um enunciado ambíguo e resolvível por inúmeros pontos de vista ou estratégias, o que pode dificultar a percepção dos alunos do modo como abordá-lo ou mesmo impossibilitar seu reconhecimento. Assim, antes de propor um problema, o professor deve ter definidos os objetivos pretendidos e, durante sua condução, orientar os alunos, seja pelo reconhecimento do que foi perguntado, organizando

graus de fechamento a partir de novas perguntas, a fim de promover uma compreensão mais sofisticada das informações auxiliares.

Os *Problemas Quantitativos* relacionam-se à manipulação de dados numéricos para enfrentamento e obtenção de uma solução. Neles, as informações disponibilizadas são quantitativas e a resolução é balizada por cálculos matemáticos, comparação de dados e/ou utilização de algoritmos, fórmulas ou equações. A solução apresentada, contudo, mesmo que seu desenvolvimento transite por escores, poderá ser de natureza qualitativa (Pozo; Crespo, 2009).

Uma aparente vantagem na utilização de problemas deste tipo, segundo POZO e Crespo (2009), consiste na possibilidade de alcançar objetivos concretos, tais como a aprendizagem de conceitos e princípios científicos, aplicando magnitudes aos cálculos, aprendizagem de habilidades, técnicas e algoritmos para aplicação de fundamentos científicos em situações de entorno, o que potencialmente leva à compreensão das unidades de medida, da precisão, das magnitudes e das extensões e manipulações de saberes amplos, mas fundamentados e, portanto, adequadamente justificáveis. Contudo, um importante inconveniente dos problemas desta natureza relaciona-se ao fato de que os alunos podem vincular sua resolução somente ao resultado numérico, não percebendo ou superficialmente interpretando o que dado valor representa no contexto científico que integra. Nesse sentido, as dificuldades matemáticas podem sobressair-se à própria situação que engloba o problema, fazendo com que ele seja percebido pelo aluno e avaliado pelo professor meramente como uma técnica. Isso pode ser minimizado quando a quantificação não é percebida como um fim, e as estratégias adotadas são incentivadas e valorizadas nas discussões decorrentes do processo, buscando-se aproximações constantes ao marco teórico circunscrito.

As *Pequenas Pesquisas*, terceira e última unidade classificatória aos problemas proposta por (Pozo; Crespo, 2009) – e aqui adotada em centralidade argumentativa, são aqueles que exigem para seu processo de confrontação a realização de um trabalho empírico, desenvolvido em laboratórios ou outro ambiente de prática. Em relação aos anteriores, esse tipo de problema apresenta relações reconhecidamente mais próximas ao trabalho científico, por propiciar ao aluno a formulação de hipóteses, elaboração de estratégias de trabalho e reflexão sobre dados/informações obtidos/produzidos. Mostram-se profícuos ao estabelecimento de conexões – e em evidenciá-las, entre objetos de conhecimento e contextos cotidianos, viabilizando o desejável em termos de aprendizagem significativa: a transposição de saberes entre meios distintos, tais como o escolar e o social.

Todavia, embora apresente relativa aproximação à prática científica e perspectivas de transferência de saberes diversos entre diferentes ambientes, a utilização didática das Pequenas Pesquisas possui objetivos específicos próprios:

O que se pretende com este tipo de tarefa não é que o aluno seja um cientista ou que use o método científico em suas atividades, mas aproximá-lo da metodologia do trabalho científico através da observação e da formulação de hipóteses. Pretende-se também que os estudantes adquiram certas atitudes (questionamento, reflexão sobre o observado, etc.) e aprendam alguns procedimentos úteis (estratégias de busca, sistematização e análise de dados, etc.), tanto para um possível e futuro trabalho científico como para compreensão e interação com o mundo que os cerca (Echeverría; Pozo, 1998).

As Pequenas Pesquisas envolvem uma aprendizagem de conceitos e princípios, habilidades e estratégias, podendo albergar características dos Problemas Qualitativos (conectar conhecimentos prévios, fenômenos e aspectos cotidianos) e dos Problemas Quantitativos (utilizar cálculos e raciocínios aderentes). Nesse sentido, embora categorizados, especialmente os problemas de maior complexidade, podem integrar-se concomitantemente a mais de uma das categorias aqui tratadas. Como resultado, alguns benefícios de sua utilização consistem na possibilidade de relacionar conceitos teóricos e suas aplicações práticas, transferir conceitos escolares para âmbitos cotidianos e favorecer o interesse dos alunos aos temas de discussão. Contudo, alguns inconvenientes são notórios, como aproximações correntes entre interesses pedagógicos e as etapas do método científico, sugerindo um entendimento de que fazer Ciência e aprender Ciência incorporam elementos teórico-metodológicos únicos, ou interdependentes (Echeverría; Pozo, 1998).

A partir das características referidas, pode-se perceber que Problemas Qualitativos, Problemas Quantitativos e Pequenas Pesquisas apresentam variadas diretrizes de modo e objetivos, o que acarreta em possíveis vantagens e desvantagens em seu uso didático. Em síntese, os Problemas Qualitativos abordam questões conceituais e/ou procedimentais, sem demandar de artifícios matemáticos para sua resolução; os Problemas Quantitativos relacionam-se a conceitos e/ou princípios científicos, mas condicionam-se aos recursos matemáticos para enfrentamento; as Pequenas Pesquisas, por sua vez, apresentam características que perpassam àquelas dos tipos anteriores, em maior ou menor grau, estando vinculadas ao desenvolvimento de um trabalho de natureza empírica. No Quadro 1, são apresentados exemplos às especificações aqui tratadas, reforçando-se o argumento central deste artigo: a vinculação da AEP à diferentes tipologias de problemas, mas privilegiando-se aqueles do tipo Pequena Pesquisa.

Quadro 1 – Exemplos de problemas em Ciências, conforme o referencial adotado

Problema	Exemplos
<i>Qualitativo</i>	- Explique, utilizando de fundamentos científicos, por que a roupa seca mais rapidamente nos dias em que há vento do que nos dias em que não há. - A preparação, sob procedimento padrão, de uma solução representa uma importante atividade para o estudante ou profissional da Química. Para tanto, algumas habilidades procedimentais são indispensáveis. Identifique algumas dessas habilidades.
<i>Quantitativo</i>	- Em uma tempestade, observamos que o tempo transcorrido desde que se vê o raio até que a trovoadas seja ouvida é de 10 segundos. A quantos quilômetros do observador ocorre a tempestade, sabendo que a velocidade do som no ar é de 340 m/s? - Dispomos de peças metálicas distintas para confecção de uma peça de sustentação, sendo o grau de pureza o critério determinante para escolha do metal mais adequado. Assim, qual dos metais disponíveis deverá ser utilizado e de que modo esta liga poderá ser estimada, em termos matemáticos, quanto à sua composição?
<i>Pequena Pesquisa</i>	- Sabemos que quando soltamos um corpo ele é atraído pela Terra e cai livremente até o solo. Contudo, o que não sabemos muito bem é se todos os corpos caem juntos. Desenhe um experimento que permita obter conclusões a este respeito, determinando quais fatores influenciam na queda. - Uma mistura pode ser constituída por uma, duas ou mais fases, dependendo, entre outros fatores, do número de substâncias constituintes. Para sua caracterização, algumas classificações são necessárias, sendo as mais comuns as denominações de mistura homogênea (ao visualizarmos uma única fase) e de mistura heterogênea (ao distinguirmos duas ou mais fases). Além dessas classificações, operações laboratoriais capazes de isolar os componentes de misturas heterogêneas são de fundamental importância em variados momentos. Por exemplo, quais podemos citar?

Fonte: Adaptado de: POZO e Crespo (2009); Silva e Nogara (2024)

Em conjunturas próprias da AEP, tendo em vista que o objetivo desta estratégia didático-pedagógica visa ao desenvolvimento de significados científicos via experimentação, entende-se que o problema instaurador do processo é plenamente capaz de vincular-se a todas as classificações propostas por POZO e Crespo (2009) supracitadas, mas aproxima-se de modo mais costumaz daquela que os autores denominam de Pequenas Pesquisas. Isso, tendo em consideração a premência de desenvolvimento de ações de natureza empírica ao enfrentamento do problema proposto, em busca de oferecer-lhe uma solução, argumentada e defendida a partir do marco teórico-conceitual que fundamenta as atividades e seus entendimentos centrais e derivados.

Tomando-se esta ideia como referência, apresenta-se no Quadro 2 três exemplos de AEPs, em seu primeiro elemento de planejamento constituinte: o problema proposto, os adotando como do tipo Pequenas Pesquisas.

Quadro 2 – Exemplos de AEPs (problemas propostos)

AEP	Problema
1	Deseja-se reduzir a temperatura de um sistema utilizando-se para isso sal de cozinha e gelo. Sendo assim, como se deverá proceder para que a temperatura apresente uma variação maior ao se utilizar do gelo triturado ou em cubos?
2	Para a potabilidade da água, são necessários procedimentos iniciais capazes de torná-la límpida e cristalina. Para tanto, podemos utilizar de processos de natureza física como de processos de natureza química. Ambos possuem a mesma eficiência? Por quê?
3	A reatividade química determina a direção de todas as reações químicas do laboratório, da indústria e de nosso cotidiano. O enferrujamento de uma grade de ferro exposto à ação climática e a estabilidade química da platina ao ser utilizada em procedimentos cirúrgicos nos demonstra, por exemplo, ser o ferro mais reativo do que a platina. Assim, de que modo podemos elaborar uma ordem crescente de reatividade metálica?

Fonte: Adaptado de Silva e Nogara (2024)

No que se refere às dimensões investigativas das propostas experimentais, é viável a defesa dos três problemas apresentados como adequados à proposta da AEP. Nos três casos são propostas situações com um grau de abertura suficientemente ávido ao fomento de estratégias metodológicas e bases teóricas múltiplas e variadas, tendo em vista a possibilidade de distintas interpretações possíveis, bem como linhas de interesse diferenciadas, na busca por soluções aos problemas. Nesse aspecto, espera-se que os alunos decidam pelas estratégias a serem adotadas, contudo, não deixando de perceber os objetos de conhecimento que fundamentam a temática trabalhada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura específica aponta que professores e alunos consideram que a experimentação no Ensino de Ciências potencializa a capacidade de aprendizagem, visto que contribui para a superação de obstáculos cognitivos e à compreensão epistemológica de temas de natureza científica. E isso, não somente por proporcionar interpretações de maior abrangência, mas também pela natureza genuinamente investigativa do trabalho prático. Além disso, é notável que tal metodologia, quando adequadamente planejada e conduzida, auxilia na manutenção da atenção do aprendiz aos temas em discussão, além de desenvolver habilidades de observação, problematização, análise, comparação, formulação de hipóteses, produção de sínteses, reconhecimento de diferenças e semelhanças, dentre outras.

Em síntese aos argumentos supracitados, a AEP está estruturada sob dois eixos centrais, um de natureza teórica e outro metodológica, associativos e indicotomizáveis. Como eixo teórico, são apresentados o problema proposto, o objetivo experimental e as diretrizes metodológicas. O encadeamento desses elementos conduz a uma ação de ensino que visa propor solução a um problema de origem. Com relação ao eixo metodológico, preconiza-se uma sequência didática constituída por cinco fases: discussão prévia, organização/desenvolvimento da atividade experimental, retorno ao grupo de trabalho, socialização e sistematização.

O problema proposto, argumento de centralidade deste artigo, é considerado como de fundamental relevância, pois a ele estarão atrelados o planejamento e a mediação da atividade, tendo em vista que, por meio da AEP, buscar-se-á uma solução, por empreendimentos práticos, a uma situação-problema teoricamente estabelecida. Este problema, que poderá ser pluralizado, requer a elaboração de uma solução, ou sua derivação em novos problemas, distinguindo-se da singularidade de uma pergunta. Ainda nessa vertente, problemas privilegiam processos, remetem ao uso de estratégias, métodos, técnicas próprias de investigação sistêmica, ao passo que perguntas atendem-se ao resultado.

Genuinamente, um problema integra-se de uma situação exigente de um maior grau de amplitude, não se podendo atribuir acerto ou erro tão somente a partir do que dele resulta, tendo em vista amplas possibilidades metodológicas imbuídas em sua condução. Nesse caso, deve apresentar uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais adaptativas a diferentes realidades, que levarão a dados que, após coletados, interpretados e compreendidos, poderão conduzir os sujeitos a uma perspectiva de solução, qualitativa, quantitativa ou via pequenas pesquisas, conforme a classificação de problema adotada neste texto.

Por fim, destaca-se que este artigo pretendeu analisar a potencialidade das tipologias para problemas adotadas por POZO e Crespo (2009) quanto à sua vinculação aos propósitos do processo da AEP. Nesse cenário, defendeu-se que problemas Qualitativos, Quantitativos ou classificados como Pequenas Pesquisas podem ser aderentes aos pressupostos da AEP, tendo em vista as variáveis presentes (objetos de conhecimento, propósitos pedagógicos, tempo de ação, público-alvo...). Contudo, problemas do terceiro tipo, por demandarem uma abordagem predominantemente investigativa, devem ser priorizados, sempre que possível.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Pâmela Santos Galetti. **Ensino de química a partir da aprendizagem baseada na resolução de problemas: a temática do leite materno para a promoção da alfabetização científica**. Tese (Doutorado) — Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Instituto, 2019.

AMADO, Manuella Villar. Aprendizagem baseada na resolução de problemas (abrp) na formação contínua de professores de ciências. **Revista Interacções**, v. 11, n. 39, 2015.

AMADO, Manuella Villar; VASCOCELOS, Clara. Educação para o desenvolvimento sustentável em espaços de educação não formal: a aprendizagem baseada na resolução de problemas na formação contínua de professores de ciências. **Revista Interacções**, v. 11, n. 39, 2015.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. v. 1.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, p. 139–154, 1998.

CACHAPUZ, António *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

ECHEVERRÍA, María del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed**, p. 13–42, 1998.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química nova**, SciELO Brasil, v. 27, p. 326–331, 2004.

HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299–313, 1994.

KHUN, Thomas. The structure of scientific revolutions university of chicago press. **KhunThe Structure of Scientific Revolutions**1962, 1962.

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

MOREIRA, Jackeline da Rosa *et al.* Potencialidade de um plano de ensino pautado na atividade experimental problematizada (aep) à alfabetização científica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 558–581, 2019.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. **Porto Alegre: Artmed**, 2009.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos: Edufscar, 2022.

RUTHERFORD, F James; AHLGREN, Andrew. **Ciência para todos**. Lisboa: Gradiva, 1995.

SILVA, ALS *et al.* Discussões pedagógicas e didáticas de uma asserção de sistematização voltada ao ensino experimental das ciências. **Revista Contexto e Educação**, v. 37, n. 116, p. 1–15, 2022.

SILVA, André Luís Silva *et al.* Atividade experimental problematizada (aep): revisão bibliográfica em descritores na área de ensino de ciências. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, v. 9, n. 1, 2019.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez. Ensino experimental de ciências—uma proposta: Atividade experimental problematizada (aep). **Livraria da Física. São Paulo/SP**, 2018.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; NOGARA, Pablo Andrei. Um modelo de sistematização à experimentação no ensino de ciências: Atividade experimental problematizada (aep). **Research, society and development**, v. 9, n. 7, p. e187974012–e187974012, 2020.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; PINO, José Cláudio Del. Atividade experimental problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 51–65, 2015.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; PINO, José Cláudio Del. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da atividade experimental problematizada (aep). **REVELLI-Revista de Educação, Linguagem e Literatura (ISSN 1984-6576)**, v. 10, n. 4, p. 41–66, 2018.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de; PINO, José Cláudio Del. Ensino de ciências via proposições e mediações da atividade experimental problematizada (aep): “cenários” brasileiro e português de formação continuada de professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1–24, 2021.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcezde; PINO, José Cláudio Del. Atividade experimental problematizada (aep) como uma estratégia pedagógica para o ensino de ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, p. 177–195, 2017.

SILVA, André Luís Silva da; NOGARA, Pablo Andrei. **Atividade Experimental Problematicada (AEP): 60 Experimentações com Foco no Ensino de Química: Da Educação Básica à Universidade**. Curitiba: Editora Appris, 2024.

SUAREZ, Willian Toito; SARTORI, Elen Romão; FATIBELLO-FILHO, Orlando. Alguns aspectos conceituais e práticos do método de mohr na determinação de cloridrato de metformina em formulações farmacêuticas. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 34, n. 1, p. 23–30, 2013.

VASCONCELOS, Clara; ALMEIDA, António. Aprendizagem baseada na resolução de problemas no ensino das ciências: propostas de trabalho para ciências naturais, biologia e geologia. **Porto: Porto Editora**, 2012.