

Articulação entre a resolução de problemas e a experimentação balizada pela atividade experimental problematizada (AEP): uma proposta para o ensino de química

RESUMO

Aceita-se que a dimensão investigativa relacionada à área das Ciências da Natureza pode ser qualificada por meio da utilização de estratégias que permeiem a proposição de situações-problema, ou Resolução de Problemas, e que atividades experimentais apresentam aderência a esta temática, especialmente quando relacionadas ou originadas por problematizações. Por meio deste artigo, apresenta-se uma proposta didático-pedagógica balizada pela associação das metodologias Resolução de Problemas e experimentação, interfaceada pela Atividade Experimental Problematizada (AEP). Esta pesquisa se configura como de natureza qualitativa e, considerando a organização de informações e a produção de novas propostas teórico-metodológicas, abarca também, elementos de Pesquisa Bibliográfica. Considera-se que a asserção desenvolvida é capaz de gerar autonomia e criticidade nos estudantes, propiciando, entre outros aspectos procedimentais-cognitivos, a construção de hipóteses, visando a (re)solução dos problemas propostos, bem como a argumentação científica a partir dessas (re)soluções.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências. Atividade Experimental Problematizada. Resolução de Problemas.

André Luis Silva da Silva

andresilva@unipampa.edu.br

orcid.org/0000-0002-8245-9389

Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

Marcelo Fonseca Vivian

marcelovivian@farrapo.com.br

orcid.org/0000-0002-3764-2723

Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

Mara Elisângela Jappe Goi

maragoi@unipampa.edu.br

orcid.org/0000-0002-4164-4449

Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

José Cláudio Del Pino

delpinojc@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-8321-9774

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

INTRODUÇÃO

No contexto da educação escolar, especificamente na área das Ciências da Natureza, uma estratégia didática genuinamente qualificada e passível de utilização pelo professor é a experimentação. Autores como Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) citam que atividades dessa natureza podem favorecer a aprendizagem de conceitos e princípios científicos, pois oferecem condições amplas às apropriações teóricas, procedimentais e atitudinais.

Tendo em vista aos documentos oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) apresentam uma sessão dedicada às discussões circunscritas à experimentação, enquanto que nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) percebem-se menções ou discussões que versam sobre este tema, especialmente relacionadas à disciplina de Química. Nesses documentos, o desenvolvimento de atividades experimentais se configura como importante estratégia didática no contexto do Ensino de Ciências, justificando aprofundamento e apropriações teórico-metodológicas consistentes.

Nessa intenção, Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) destacam a importância de a experimentação apresentar um caráter investigativo, extrapolando uma sequência linear e rígida de procedimentos, muitas vezes padronizados e resumidos a técnicas manipulativas. Uma característica de atividades de cunho investigativo é sua instauração a partir de uma problematização (BASSOLI, 2014; LOPES; LEITE; HERMEL, 2021). Essa perspectiva para as atividades experimentais converge com propostas didático-pedagógicas apresentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde se verifica, entre outros aspectos relativos, a intencionalidade de atribuição de um caráter investigativo às temáticas tratadas no âmbito da área das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

Ao abordar a área das Ciências da Natureza, estão presentes na BNCC referências a processos e práticas de investigação. Para o Ensino Fundamental, a BNCC defende que:

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2017, p. 322).

Em relação ao Ensino Médio, a BNCC (BRASIL, 2017) propõe que a dimensão investigativa do Ensino de Ciências deve ser enfatizada nesta etapa da educação escolar, oportunizando aos estudantes proximidades com procedimentos e instrumentos de investigação, como:

[...] identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar

conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2017, p. 550).

Embora seja possível observar uma intencionalidade investigativa à área das Ciências da Natureza presente nos procedimentos e processos de investigação apresentados na BNCC, Zompêro e Laburú (2010) citam que atividades investigativas não possuem o mesmo objetivo observado na década de 1960: a formação de cientistas. Dessa forma, os mesmos autores destacam que a investigação apresenta o objetivo de desenvolver habilidades cognitivas, assim como procedimentos para formulação de hipóteses, de análise de dados e de argumentação (ZOMPÊRO; LABURÚ, 2010). Nesse aspecto último, Sasseron (2018) aborda que o processo investigativo para o Ensino Fundamental tratado na BNCC relaciona-se à promoção de situações investigativas, marcadas por quatro modalidades de ações: definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação e intervenção. A autora destaca, entretanto, uma maior ênfase às ações relativas ao levantamento, análise e representação, o que pode propiciar um protagonismo aos estudantes com maior aderência ao desenvolvimento de entendimentos sobre conhecimentos conceituais e/ou procedimentais próprios das ciências (SASSERON, 2018).

Quanto ao ensino por investigação, Bassoli (2014) discorre que esta perspectiva se baseia na problematização, na elaboração de hipóteses e no teste dessas hipóteses, utilizando procedimentos da pesquisa ou atividades práticas. Segundo a mesma autora, atividades experimentais investigativas integram o ensino por investigação. Assim, percebe-se que tal perspectiva pode ser desenvolvida por meio da utilização de estratégias que permeiem a proposição de situações-problema. Desse modo, verifica-se a pertinência de planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais no Ensino de Ciências, sobretudo quando relacionadas ou desencadeadas por problematizações.

A partir do exposto, é possível surgirem questionamentos acerca de quais estratégias podem contribuir para a correlação entre experimentação e proposição/Resolução de Problemas. Partindo desse escopo, apresenta-se neste artigo uma proposta didático-pedagógica ao Ensino de Ciências, com preponderância de argumentos teóricos, potencialmente capaz de articular as metodologias da experimentação e da Resolução de Problemas, balizada pelas premissas da Atividade Experimental Problematizada (AEP).

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Classificações e potencialidades

A vinculação de atividades experimentais a disciplinas curriculares como Química, Física e Biologia pode ser considerada corriqueira, pois, afinal, elas integram a área de Ciências da Natureza sendo, naturalmente, empíricas. Não somente, a utilização da experimentação é considerada de grande importância no Ensino de Ciências (GALIAZZI et al., 2001; ZANON; UHMANN, 2012), podendo apresentar potencialidades no sentido de favorecer a compreensão de conceitos e de princípios científicos (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010). Mesmo considerando essas potencialidades, Malheiro (2016) aponta que atividades

experimentais não se configuram como uma solução para todos os problemas do Ensino de Ciências, não sem um profundo entendimento de variados aspectos vinculados às mesmas, de natureza teórica, metodológica, pedagógica, epistemológica, dentre outras (GALIAZZI et al., 2001).

Muitas das críticas atuais que versam sobre a experimentação estão relacionadas à realização de atividades em que as ações estão centradas em um roteiro rígido a ser seguido pelos estudantes (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010), onde não ocorre o estímulo a investigações sobre aspectos vivenciais ou ao relacionamento entre dados/informações, ideias e explicações (ZANON; UHMANN, 2012). Neste sentido, apontam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio que as atividades experimentais devem extrapolar o caráter vinculado apenas aos procedimentos e às manipulações, promovendo momentos de estudos e discussões, que auxiliem em uma compreensão teórico/conceitual por meio da mediação do professor (BRASIL, 2006).

Existem diversos fatores que podem nortear a organização (planejamento e mediação) de atividades experimentais, tais como objetivos, disponibilidade de reagentes, fatores de segurança e familiaridade dos estudantes com procedimentos de laboratório. Esta diversidade e pluralidade de elementos pode implicar formatos distintos de planejamento e condução de atividades dessa natureza, sob um âmbito pedagógico. Bassoli (2014), embasada em trabalho de Campos e Nigro (1999), relaciona as atividades experimentais em quatro categorias¹: demonstrações práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos.

Nas *demonstrações práticas*, a atividade é realizada exclusivamente pelo professor, estando o estudante restrito à observação. Bassoli (2014) aponta que sua utilização pode estar relacionada à economia de tempo ou de materiais, assim como a instauração inicial de aulas expositivas. Neste tipo de atividade, possibilita-se o contato dos estudantes com fenômenos, equipamentos e/ou instrumentos, mas apresentando dependência de questionamentos realizados pelo professor para propiciar maior engajamento intelectual aos estudantes (BASSOLI, 2014).

Atividades práticas desta natureza também são citadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, acrescentando fatores pertinentes ao desenvolvimento deste tipo de atividade, tais como a faixa etária dos estudantes e a utilização de materiais e reagentes que podem oferecer risco, como ácidos, formol ou fogo (BRASIL, 1998).

Os experimentos ilustrativos consistem em atividades realizadas pelos próprios estudantes, mas atendendo a finalidades prévias e dependentes de questionamentos do professor, de modo análogo ao que ocorre nas demonstrações práticas. Entretanto, cabe citar que os experimentos ilustrativos apresentam maior potencial de interatividade social entre os estudantes, quando organizados em grupos de trabalho (BASSOLI, 2014).

Experimentos descritivos são, analogamente, atividades realizadas pelos estudantes, possibilitando oportunidade de o professor não os conduzir em todas as etapas do processo. Neste tipo de experimento os estudantes são instigados a descrever os fenômenos observados e a produzir suas próprias conclusões sobre eles (BASSOLI, 2014).

Por fim, os experimentos investigativos são aqueles que propiciam uma participação ativa do estudante, pois envolvem necessariamente a discussão de ideias e formulação de hipóteses, as quais são analisadas nos entremeios do experimento. Outra característica destacável deste tipo de atividade é a utilização de uma problematização como fator inicial da investigação, ideia esta que é central às discussões que estruturam este artigo (BASSOLI, 2014).

Embora considerando-se a potencialidade que experimentos investigativos apresentam frente ao processo de aprendizagem de conteúdos conceituais, da construção de relações que permitem produzir hipóteses e itinerários capazes de levar a uma possível solução dos problemas apresentados, não deve ser minimizada a importância de atividades menos autônomas como qualificadoras a um processo de aprendizagem. Assim, é necessário a atuação do professor no desenvolvimento e mediação de atividades experimentais, tendo-se em mente a busca por potencializar discussões, questionamentos e indagações, mesmo em atividades que incidem em menor participação efetiva dos estudantes.

A partir dessas premissas, considera-se que a articulação de um processo didático-pedagógico de natureza experimental, no âmbito do ensino das Ciências, em atenção ao desenvolvimento de condições favoráveis à sua aprendizagem, a dada situação-problema, em seus eixos teóricos e metodológicos, consiste uma estratégia potencialmente qualificadora. Desses pressupostos se passará a tratar.

Aproximações entre experimentação e proposição/Resolução de Problemas

Segundo Silva e Moura (2018), atividades experimentais podem apresentar características relevantes de qualificação aos processos de ensino e aprendizagem, promovendo aos estudantes o estímulo à interpretação de informações e o relacionamento do conhecimento científico a aspectos cotidianos, a eles familiares, e com isso o despertar da curiosidade investigativa a novos questionamentos e reflexões. Tais características podem ser potencializadas quando aos estudantes são oferecidas condições de elaborarem métodos próprios de investigação (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018). Esses autores sugerem que uma metodologia experimental capaz de promover investigações e o senso crítico dos estudantes pode ser iniciada por uma questão concreta de investigação, um problema a ser resolvido, a partir de uma rota experimental ainda em vias de definições (SILVA; MOURA, 2018).

No que tange às atividades experimentais investigativas, de acordo com Suart e Marcondes (2009), estas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas quando planejadas e mediadas de modo a privilegiar a participação do estudante. Ressalta-se, ainda, que tais experimentos são desenvolvidos a partir de uma problematização inicial (BASSOLI, 2014). Corroborando o exposto, Goi e Santos (2009, p. 204) argumentam que “[...] a experimentação no laboratório escolar pode promover oportunidades para o estudante construir significados por meio da resolução de problemas”.

Uma aproximação possível entre as metodologias da experimentação e da proposição/Resolução de Problemas pode ser percebida também na BNCC. Na seção circunscrita ao Ensino Médio, este documento trata, entre outros aspectos, sobre a abordagem investigativa:

Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (BRASIL, 2017, p. 551).

A partir do exposto, percebe-se que um aspecto contributivo à qualificação de atividades experimentais, considerando a relação ensino-aprendizagem como processual, pode ser sua vinculação à proposição de problemas iniciais. Tal aspecto está atrelado aos pressupostos das atividades de caráter investigativo. Considerando a relevância do problema nesta perspectiva de argumento, torna-se necessário a discussão sobre o que pode ser considerado como um problema, assim como um entendimento acerca da classificação de problemas, conforme os propósitos deste artigo.

Segundo Echeverría e Pozo (1998), problema é definido como uma situação que é reconhecida como tal e para a qual “[...] não disponhamos 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). Corroborando com esta definição, Lopes (1994) cita que, apesar da complexidade da noção de problema, existe um consenso que problemas consistem em algo que não se conhece a resposta e nem se sabe se ela existe, que possuem diferentes níveis de dificuldade e complexidade e que podem ter formatos diferentes ao modo tradicional de lápis e papel.

Nesse sentido, Echeverría e Pozo (1998) diferenciam problemas de exercícios, precisamente por eles possuírem mecanismos imediatos de resolução. Assim, uma mesma situação pode se configurar como um problema para um indivíduo, enquanto que, para outro, não. Isto é justificado devido ao sujeito conhecer os mecanismos de resolução, constituindo-se a atividade, então, de um exercício, ou ainda quando o sujeito não desenvolve interesse cognitivo pela situação problemática que lhe é apresentada.

Exercícios e problemas também apresentam diferenças quanto aos objetivos de sua utilização no contexto da educação escolar. Lopes (1994) explica que exercícios podem ter sua utilização vinculada a operacionalizar conceitos, treinar algoritmos, técnicas, leis ou regras, bem como exemplificar dadas situações e/ou simulações. Diferentemente, utilizar problemas vincula-se à otimização de estratégias de raciocínio, apropriação de conceitos e desenvolvimento de conhecimentos/saberes processuais.

Tomando-se como foco as perspectivas didáticas, problemas escolares podem ser classificados de diversas formas, de acordo com suas características, e objetivos. Pozo e Crespo (1998), considerando a forma com que problemas são trabalhados em aula e seus pressupostos no currículo de Ciências da Natureza, apresentam a seguinte classificação: problemas qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas.

Pozo e Crespo (1998) afirmam que problemas qualitativos se caracterizam por poder ser solucionados por meio de raciocínios teóricos, sem a necessidade de cálculos numéricos, e que não requerem manipulações experimentais. São problemas abertos relacionados à explicação de fatos ou análise de situações

cotidianas ou científicas por meio de conhecimentos pessoais e/ou conceitos científicos.

Os problemas quantitativos relacionam-se à manipulação de dados numéricos para obtenção de uma solução. Neles, a informação disponibilizada é quantitativa e a resolução é balizada a partir de cálculos matemáticos, comparação de dados e/ou utilização de fórmulas. No entanto, sua solução final pode ser não numérica.

As pequenas pesquisas, de acordo com Pozo e Crespo (1998), são problemas que exigem para sua resolução a realização de um trabalho prático, desenvolvido no laboratório escolar ou em outros ambientes. Este tipo de problema apresenta relações mais próximas ao trabalho científico em relação aos anteriores, isso por propiciar ao estudante a formulação de hipóteses, elaboração de estratégias de trabalho e reflexão sobre dados/informações obtidos. Porém, embora apresentando relativa aproximação à prática científica, a utilização didática das pequenas pesquisas possui objetivos particulares:

O que se pretende com este tipo de tarefa não é que o estudante 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 (POZO; CRESPO, 1998, p. 83).

Pozo e Crespo (1998) indicam que pequenas pesquisas envolvem uma aprendizagem de conceitos, habilidades e estratégias, podendo adotar características dos problemas qualitativos (conectar conhecimentos prévios a fenômenos a serem estudados) e dos quantitativos (utilizar cálculos quantitativos). Neste sentido, os autores citam que, embora apresentem tal classificação, problemas, especialmente os mais complexos, podem integrar-se concomitantemente a mais de uma das categorias apresentadas.

Tendo em vista o entendimento de ampla potencialidade relacional entre as metodologias de ensino da experimentação e da Resolução de Problemas, nos moldes aqui tratados, pretende-se utilizar da Atividade Experimental Problematizada (AEP) como estratégia didático-pedagógica de planejamento e (possível) intervenção.

Atividade Experimental Problematizada (AEP): fundamentos e potencialidades

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) pode ser caracterizada como uma estratégia didático-pedagógica que busca relacionar a metodologia da Resolução de Problemas à da experimentação. Esta possibilidade se vincula especialmente a característica da AEP em se estruturar “[...] a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, isto é, como uma atividade prática que objetiva a busca por uma solução a dada situação-problema” (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020, p. 04). Assim, percebe-se a proposição de um problema como parte fundamental da estratégia, induzindo a uma atividade experimental

que visa sua solução, sob uma perspectiva processual (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

No contexto proposto pela AEP, o professor tem sua atuação como orientador, promovendo questionamentos e supervalorizando perguntas, função diferente daquela de centralizador de respostas e de certezas, muitas vezes adotada em sua práxis (SILVA; MOURA, 2018). Assim, podem ser verificados e valorizados métodos, resultados e conclusões heterogêneos, sendo que tal atitude deve ser aceita e incentivada pelo professor (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020). Neste propósito, a AEP tem como meta propiciar a autonomia e o protagonismo dos estudantes, uma vez que eles realizam registros, discutem resultados, levantam hipóteses, avaliam possíveis explicações e discutem, entre seus pares e com o professor, os objetivos, as justificativas e as etapas do experimento (SILVA; MOURA, 2018).

Entretanto, apesar de apresentar características de proposição de um problema inicial, funções de orientador e problematizador assumidas pelo professor, heterogeneidade de conclusões e desenvolvimento de um contexto que visa propiciar a autonomia e protagonismo do estudante, a AEP possui especificidades próprias em sua estrutura teórico-metodológica. Logo, a AEP é desenvolvida em relação a um eixo teórico e um eixo metodológico, os quais são descritos de forma sintética no Quadro 1:

Quadro 1 - Eixos constituintes da AEP

Eixos	
TEÓRICO – o planejar	METODOLÓGICO – o executar
a. Proposição do problema b. Objetivo experimental c. Diretrizes metodológicas	i. Discussão prévia ii. Organização/desenvolvimento iii. Retorno ao grupo de trabalho iv. Socialização v. Sistematização

Fonte: Silva e Moura (2018, p. 103).

Segundo o planejamento da AEP, o eixo teórico se estrutura a partir da proposição de um problema. Este problema desencadeia um objetivo experimental e suas diretrizes metodológicas. Assim, na AEP é proposta a articulação entre objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir do estabelecimento de um problema (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020). Destes articuladores do eixo teórico da AEP – proposição do problema, objetivo experimental e diretrizes metodológicas – apresentam-se a seguir características e suas articulações (SILVA; MOURA, 2018).

Segundo Silva e Moura (2018), o *problema proposto*, o qual instaura a AEP, tem como característica a necessidade de elaboração de uma solução ou derivação em outros problemas, fato que o diferencia de uma pergunta, a qual admite uma resposta, sendo ela passível de ser considerada “certa” ou “errada”. Os mesmos autores destacam que nesta perspectiva processos, estratégias, métodos e técnicas próprias de investigação sistêmica são dimensões privilegiadas por problemas, assim como a multiplicidade de soluções, enquanto que perguntas se relacionam especificamente aos resultados pretendidos.

No que versa sobre a AEP, outras características quanto à proposição do problema necessitam ser consideradas, uma vez que:

Na demarcação própria da AEP, esse problema deverá englobar uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada, encadeada a unidades conteudinais de interesse. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais adaptativas a diferentes realidades, que levarão a dados que, depois de transformados – coletados, sistematizados, analisados, compreendidos e comunicados – poderão levar a uma perspectiva de solução, qualitativa e/ou quantitativa (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020, p. 09).

A partir do exposto, percebe-se que o problema pode apresentar uma dimensão contextualizada, entretanto, mantém relação estreita com os conteúdos conceituais de interesse à apropriação pelos estudantes. Outra característica a ser destacada consiste na premência da realização da experimentação visando-se uma solução, em um processo reflexivo e analítico sobre os dados/informações. Desta forma, a partir do problema, elabora-se e organiza-se o objetivo experimental (SILVA; MOURA, 2018; FIGUEREDO; JOSÉ, 2022).

O *objetivo experimental* consiste em um objetivo geral e abrangente para a proposta da experimentação, ou seja, o que se espera obter/resultar por meio do experimento a ser realizado (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018; SILVA; MOURA, 2018). Sendo assim, visa-se a técnica que remete a dados/informações, os quais transformam-se em resultados após devida análise, fornecendo subsídios para a solução do problema proposto. Desse objetivo, derivam-se as diretrizes metodológicas (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020).

As *diretrizes metodológicas* apresentam-se como orientações à realização da atividade prática, aproximando-se de um protocolo para as ações decorrentes do objetivo experimental. Desta forma, “[...] derivando-se, portanto, do objetivo experimental e norteando a busca por seu produto, as diretrizes representam instruções capazes de orientar as ações a serem desenvolvidas experimentalmente” (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020, p. 10-11). Segundo Silva e Moura (2018), tais orientações consistem em uma etapa necessária, pois fornecem subsídios às primeiras ações e fazeres gerais. Cabe ressaltar que se diferenciam de um roteiro rígido a ser seguido, pois admitem (e, inclusive, recomendam) retificações e adaptações pelos estudantes e/ou professor no decorrer das ações (SILVA; MOURA, 2018).

O eixo metodológico da AEP, associado ao desenvolvimento da atividade, é composto por cinco momentos: discussão prévia, organização/desenvolvimento, retorno ao grupo de trabalho, socialização e sistematização, e constitui-se da sequência didática da proposta. Esta organização apresenta afinidade aos fundamentos próprios dos Três Momentos Pedagógicos – problematização, organização e sistematização do conhecimento – propostos por Delizoicov e Angotti (1992) e da Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Saviani (2011) (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020).

Segundo Silva, Moura e Nogara (2020), a *discussão prévia* consiste no momento introdutório, tendo como objetivo identificar os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre as temáticas a serem abordadas. Sua realização pode envolver discussões teóricas, exposição dialogada de aspectos relativos às

técnicas e seus fundamentos propostos experimentalmente, utilizando de recursos tais como textos, materiais impressos, questionários abertos, dentre outros. Outra característica deste momento destacada pelos autores é a abordagem dos conhecimentos disciplinares relativos à prática experimental a ser desenvolvida. Assim, consiste, sob “[...] uma perspectiva de abrangência, investigar seu conhecimento inicial sobre e, a partir dessa investigação, introduzir fundamentos científicos teóricos capazes de orientar as próximas etapas do processo” (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018, p. 51).

A *organização/desenvolvimento* da atividade experimental consiste na execução do experimento, em sua natureza metodológica. Neste momento ocorre a apresentação do problema teórico, do seu objetivo experimental e das diretrizes metodológicas. Posteriormente, tem-se a organização para o trabalho experimental, na qual os estudantes são dispostos em pequenos grupos de indivíduos, ocorrendo discussões e levantamentos de hipóteses a partir do problema proposto e de seus conhecimentos prévios. Por fim, os estudantes realizam a atividade experimental, balizados na própria interpretação da AEP, registrando informações e observações (SILVA; MOURA, 2018; SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

O *retorno ao grupo de trabalho* abrange um momento em que é previsto a discussão de resultados do experimento, interna a cada grupo, tendo em vista as informações geradas a partir da atividade experimental e de seus dados/informações coletados e/ou produzidos (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020). Assim, os estudantes “[...] passam ao desenvolvimento cognitivo balizador para uma compreensão dos resultados experimentais obtidos, seguida pela interpretação [...] e perspectivas de solução ao problema proposto” (SILVA; MOURA, 2018, p. 110-111).

Durante a etapa da *sociação* ocorre o diálogo entre os diferentes grupos de trabalho, considerando as possíveis distinções metodológicas que podem conduzir a resultados e conclusões distintas. Nesta etapa do desenvolvimento da AEP é propiciada a discussão sobre os procedimentos realizados na experimentação, as concepções de erros e acertos dos estudantes, bem como as elaborações teóricas capazes de fornecer uma solução ao problema que originou a AEP (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

Por fim, segundo Silva, Moura e Del Pino (2018), na etapa da *sistematização* oportuniza-se a geração de um produto, admitindo que esta produção se configura como ação imprescindível à aprendizagem. Os mesmos autores destacam que esta atividade se desenrola com determinada individualidade, apresentando sistematizações das conclusões que propiciam uma solução ao problema. Envolve produção textual pelos estudantes, abordando o conhecimento produzido por meio da atividade experimental, as informações produzidas e coletadas, as questões orientadoras, bem como aspectos provenientes de pesquisas teóricas, no todo ou em parte (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

Ainda com relação ao momento da sistematização, Silva e Moura (2018) expõem ser fato recorrente, no contexto escolar, a solicitação da produção de um relatório como atividade pós-experimentação. No contexto da AEP, esta estratégia pode ser mantida, entretanto, deverão ser apresentadas diretrizes

para sua produção fornecendo subsídios aos estudantes para uma escrita coerente, a fim deles conseguirem expressar, satisfatoriamente, resultados e observações, reconhecendo-se a característica construtiva da comunicação científica.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A articulação teórico-metodológica, materializada neste planejamento, realizada e relatada neste artigo, configura-se como qualitativa, metodologia esta que, segundo Lakatos e Marconi (2017) e Gil (2017), tem a finalidade de obter uma compreensão particular do objeto a ser investigado. Isto posto, considera-se ainda que a pesquisa qualitativa “[...] focaliza sua atenção no específico, no peculiar, seu interesse não é explicar, mas compreender os fenômenos que estuda dentro do contexto em que aparecem” (LAKATOS; MARCONI, 2017, p. 299).

A organização/sistematização de dados/informações, considerando as especificidades da educação escolar e da área das Ciências da Natureza, iniciou-se pela definição do tema, objeto de investigação, no caso, a metodologia da experimentação. Posteriormente, realizou-se um estudo teórico acerca das temáticas “experimentação no Ensino de Ciências”, “aproximações entre experimentação e proposição/Resolução de Problemas” e “Atividade Experimental Problematizada (AEP)”. Esta etapa de estudo teórico apresentou pontos em comum com fundamentos da Pesquisa Bibliográfica, na qual, após a definição do tema de pesquisa, procede-se a um levantamento bibliográfico preliminar que, ao ser entendido como um estudo exploratório, proporciona uma aproximação com o tema a ser pesquisado, permitindo sua delimitação e potencialmente facilitando a formulação do problema de pesquisa (GIL, 2017).

Outrossim, destaca-se a natureza teórica e conjectural da articulação adotada entre as fundamentações Resolução de Problemas e experimentação, esta segunda consubstanciada pela Atividade Experimental Problematizada. Nesse aspecto, proposições metodológicas são dela derivadas, tendo em vista amplas perspectivas de aderência à práxis do Ensino de Química.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Perspectivas de articulação entre as metodologias da experimentação e da Resolução de Problemas com fins didáticos podem ser percebidas em diversos trabalhos e pesquisas acadêmicas. Neste contexto, cita-se o artigo de Goi e Santos, em que são apresentados dados de uma pesquisa qualitativa acerca de uma experiência de utilização de atividades experimentais em Química, a partir da metodologia da Resolução de Problemas (GOI; SANTOS, 2009). Também pode ser mencionada como afim ao relatado neste artigo a dissertação de mestrado de Martins, em que se articulou a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas à Atividade Experimental Problematizada, utilizando o contexto do sódio, apoiado no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (MARTINS; 2020).

Como proposta de articulação entre a experimentação e a Resolução de Problemas, se considerou como pertinente os fundamentos e pressupostos da Atividade Experimental Problematizada (AEP). Nessa acepção, planejaram-se atividades didático-pedagógicas, cuja relação associativa está pautada na AEP. Estas atividades foram organizadas em uma sequência didática, sintetizada no Quadro 2.

Quadro 2 - Síntese das atividades propostas

Aula	Duração	Atividades
01	1 hora-aula	Apresentação da proposta, leitura e discussão de textos sobre a temática
02	1 hora-aula	Proposição de problema (Problema 01)
03	1 hora-aula	Discussão da resolução do problema e proposição de novo problema (Problema 02)
04	2 horas-aula	Discussão da resolução do problema e aula teórica sobre misturas e processos de separação de misturas
05	2 horas-aula	Atividade experimental pautada na AEP

Fonte: Autoria Própria (2022).

Quanto a atividade balizada por pressupostos da Resolução de Problemas, planejou-se a proposição de dois problemas, os quais são apresentados no Quadro 3:

Quadro 3 - Problemas propostos

Problemas
<p>1) Investigando o consumo de água</p> <p>A água é uma das substâncias essenciais para a vida em nosso planeta. Apesar da grande quantidade de água existente, a água potável, ou seja, aquela disponível para o consumo humano é bem inferior, pois grande parte da água é salgada. Estima-se que de cada 1000 litros de água apenas, aproximadamente, 6 litros estejam potencialmente disponíveis para a utilização humana. Considerando sua utilização, a agricultura consome 69% da água disponível, a indústria 23% e apenas 8% destinam-se ao consumo doméstico. Entretanto, a crescente poluição e degradação das fontes de água doce diminuem a disponibilidade deste recurso natural. (Fonte: REIS, M. Química. volume 1. São Paulo: Ática, 2013). Considerando o exposto, percebe-se a importância da preservação e de uma utilização consciente da água doce, o que perpassa por um bom uso doméstico deste recurso natural. Mas você sabe quantos litros de água utiliza diariamente? Para responder a esta questão desenvolva estratégias de estimativas capazes de indicar a quantidade em litros de água utilizada individualmente em sua casa, organizando formas de calcular e expor o consumo individual de cada morador.</p>
<p>2) Pesquisando sobre tratamento de água e esgoto</p> <p>Diversos riscos à saúde pública podem ter relações a alguns fatores possíveis e indesejáveis de ocorrerem em áreas urbanas e rurais, os quais podem ser minimizados ou eliminados com o uso apropriado de serviços de saneamento. A utilização de água potável é vista como o fornecimento deste suprimento de forma segura à população, já o sistema de esgoto promove a interrupção da cadeia de contaminação humana.</p> <p>São alguns exemplos dos efeitos das ações de saneamento na saúde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água de boa qualidade para o consumo humano e seu fornecimento contínuo asseguram a redução e controle de diarreias, cólera, dengue, febre amarela, tracoma, hepatites, conjuntivites, poliomielite, escabioses, leptospirose, febre tifoide, esquistossomose e malária.

- Esgotamento sanitário adequado é fator que contribui para a eliminação de vetores da malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose e teníase.

(Adaptado de: Saneamento para Promoção da Saúde. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>. Acesso em: 07/03/2021).

1) A partir do exposto, percebe-se a importância do fornecimento de água tratada para a promoção de melhorias na qualidade de saúde humana. De modo geral, como ocorre o tratamento de água para o consumo humano? Quais são e como funcionam as etapas deste tratamento (monte um esquema representativo dos processos envolvidos)? Como ocorre o tratamento de água em seu município?

2) A ocorrência da poluição hídrica pode causar prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Sendo assim, torna-se importante a diminuição deste tipo de poluição. Mas quais poderiam ser apontadas como principais formas de poluição aquática de seu município? Quais possíveis impactos ao meio ambiente elas poderiam ocasionar? Como se poderia minimizar estas formas de poluição?

Fonte: Autoria Própria (2022).

No Quadro 3, observa-se que o Problema 1 está relacionado com a problemática de disponibilidade e consumo de água, enquanto que o Problema 2 vincula-se com o tratamento de água para consumo doméstico e com a poluição hídrica. No primeiro, notam-se preponderantemente aspectos quantitativos, e no segundo, predominam informações qualitativas. No entanto, ambos estão vinculados a aspectos sociais potencialmente familiares para os estudantes e, portanto, promovem condições de articulações teóricas com vários conteúdos formais e saberes prévios.

Conforme tratado na fundamentação teórica deste artigo, Pozo e Crespo (1998) classificam os problemas em qualitativos ou quantitativos (bem como em pequenas pesquisas). Eles se diferenciam, pois os problemas qualitativos são resolvidos pelos estudantes por meio de raciocínios teóricos, baseado nos seus conhecimentos e sem a utilização de cálculos numéricos, enquanto que nos problemas quantitativos a solução é obtida por meio da manipulação de dados numéricos, sendo sua resolução baseada em cálculo matemático, utilização de fórmulas e confronto de dados (POZO; CRESPO, 1998). Desse modo, o Problema 1 apresenta características quantitativas e qualitativas, enquanto que o Problema 2 aproxima-se das caracterizações qualitativas.

A atividade experimental proposta segue premissas da AEP, onde em seu eixo teórico o experimento articula-se a partir de um problema, desencadeando o objetivo experimental e, deste último, derivam-se as diretrizes metodológicas. Em referência ao problema proposto, tem-se que:

Na perspectiva de uma AEP, o próprio problema apresentado pode despertar no estudante motivação, interesse, desafio intelectual e capacidade de discussão e de articulação de ideias, promovendo sua autoconfiança necessária para que busque apresentar explicações aos fenômenos observados (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018, p. 178).

Neste sentido, Silva, Moura e Del Pino (2017) destacam que a AEP pode despertar nos estudantes o interesse por temáticas científicas, uma vez que estas se apresentam articuladas a partir de um problema teórico cuja solução ocorre por meio da elaboração de uma rota de investigação experimental. E, considerando uma concepção de ensino experimental baseada na busca de soluções para problemas, a AEP pode propiciar a autonomia e protagonismo aos

estudantes, uma vez que eles realizam registros, discutem resultados, levantam hipóteses, avaliam possíveis explicações e discutem as razões e as etapas do experimento (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018). Assim, percebe-se, nesta perspectiva organizacional para a experimentação, que o problema proposto e as possibilidades de ações derivadas a serem realizadas pelos estudantes apresentam potencial relevância para seu processo de aprendizagem.

Outro aspecto de interesse quanto aos Problemas 1 e 2 (Quadro 3): tendo em vista sua relação a aspectos cotidianos e, além disso, por preservarem elementos inteligíveis de objetos de conhecimento da Química, configuram-se como favoráveis ao desenvolvimento de atividades experimentais nos moldes da AEP. Isso justifica a prática relatada na sequência deste artigo, como uma dentre variadas possibilidades.

Considerando o eixo teórico constituinte da AEP, apresenta-se no Quadro 4 o planejamento da atividade experimental aqui proposta, a qual envolve conceitos de misturas e processos de separação de misturas.

Quadro 4 - Planejamento da AEP

Título: Separação de misturas heterogêneas
<p>1) Fundamentação Teórica</p> <p>Misturas são comuns em nosso cotidiano, podendo ser formadas por substâncias puras. Define-se mistura como tratando-se de “[...] uma porção de matéria que corresponde à adição de duas ou mais substâncias puras” (PERUZZO; CANTO, 2010, p. 30). Misturas podem apresentar uma ou mais de uma fase. A palavra fase tem sua origem do grego <i>phasis</i>, cujo significado é aparência ou aspecto visual (REIS, 2013). Pode-se definir “[...] fase como uma porção de uma amostra de matéria que apresenta as mesmas propriedades” (PERUZZO; CANTO, 2010, p. 31). Assim, se uma mistura apresenta aparência e propriedades constantes em toda sua extensão, ela possui única fase. Porém, se aparência e propriedades são diferentes em pontos da mistura, ela apresenta mais de uma fase (REIS, 2013). De acordo com o número de fases, as misturas podem ser classificadas como homogêneas ou heterogêneas. Misturas são homogêneas quando a olho nu apresentam única fase, apresentando único aspecto em todos os seus pontos; misturas são heterogêneas quando apresentam duas ou mais fases, apresentando regiões com diferentes aspectos (PERUZZO; CANTO, 2010; NOVAIS; ANTUNES, 2016).</p> <p>Misturas homogêneas líquido/líquido e sólido/líquido podem ser separadas por destilação fracionada ou por destilação simples, respectivamente. Nesses dois processos pode-se recuperar todos os componentes da mistura. Outro processo para separação de misturas homogêneas sólido/líquido é a evaporação, neste caso, recuperando-se apenas o componente sólido (PERUZZO; CANTO, 2010; NOVAIS; ANTUNES, 2016).</p> <p>Misturas heterogêneas podem ser separadas por diversos processos. Quando sólido/líquido ou sólido/gás, pode-se utilizar a filtração, na qual a fase sólida é retida pelo filtro. A decantação pode ser utilizada para separar misturas sólido/líquido, na qual a fase mais densa tende a ocupar a parte inferior do recipiente. A decantação também pode ser utilizada em uma mistura heterogênea composta somente por líquidos, na qual utiliza-se o funil de decantação, permitindo que apenas o líquido mais denso escoe. A tamisação (ou peneiração) é um processo utilizado para separação de misturas heterogêneas sólido/sólido, devido à diferença de tamanho dos grãos dos sólidos, em que a malha da peneira permite apenas a passagem dos grãos de menores dimensões (PERUZZO; CANTO, 2010; NOVAIS; ANTUNES, 2016; LISBOA et al, 2016).</p> <p>Processos de separação de misturas podem ser utilizados em diversas atividades. No refino de petróleo são utilizados procedimentos de destilação fracionada; para a</p>

separação de componentes do ar atmosférico, como oxigênio e nitrogênio, utilizam-se processos de liquefação do ar e posterior destilação; a produção de sal em salinas ocorre por meio de evaporação (PERUZZO; CANTO, 2010; REIS, 2013; NOVAIS; ANTUNES, 2016; LISBOA et al; 2016).

2) Materiais

Suporte universal, garra para funil, argola, funil de vidro, papel filtro, béquer, vidro de relógio, bastão de vidro, funil de decantação, ímã, espátula, peneira, proveta, balança analítica.

3) Reagentes

Água, óleo de soja, areia, brita, limalha de ferro.

4) Problema Proposto

Em uma indústria, no processo de manutenção de seus equipamentos, ocorre a lavagem de peças e maquinários. Após o processo de lavagem, a água utilizada apresenta grande quantidade de resíduos de areia, brita, limalha de ferro e óleos, e para evitar a poluição de meios aquáticos não pode ser lançada diretamente ao meio ambiente. Necessita-se a implantação de processos que possibilitem a separação destes resíduos da água. Quais são os procedimentos que poderiam ser utilizados para retirar estes resíduos da água, recuperando-os, isoladamente, ao final do processo?

5) Objetivo Experimental

Produzir misturas heterogêneas e realizar processos de separação de misturas, observando a recuperação de seus componentes.

6) Diretrizes Metodológicas

1ª parte: produzindo misturas heterogêneas

- Coloque em um béquer um determinado volume de água;
- Introduza na água quantidades de areia, brita e limalha de ferro;
- Separe um volume de óleo de soja e introduza na mistura;
- Anote a quantidade de fases observadas na mistura.

2ª parte: separando misturas heterogêneas

• Escolha uma sequência de processos de separação para recuperar todos os componentes da mistura produzida;

- Monte um esquema para a separação dos componentes da mistura;
- Realize a separação da mistura com os processos de separação escolhidos, anotando procedimentos, observações e conclusões;
- Para o procedimento de separação da mistura, recomenda-se as diretrizes abaixo:

1) Filtração (mistura heterogênea sólido/líquido)

- a) Dobre o papel filtro adequadamente;
- b) Forme um cone com papel filtro e coloque-o no funil de vidro;
- c) Molhe o papel filtro com água;
- d) Utilizando uma argola, fixe o funil no suporte universal, posicionando-o acima

de um béquer;

e) Escoe a mistura, utilizando um bastão de vidro, para o funil.

2) Decantação (mistura heterogênea sólido/líquido)

- a) Coloque a mistura em um béquer;
- b) Aguarde a sedimentação da fase sólida;
- c) Incline cuidadosamente o béquer que contém a mistura, escoando a fase líquida para outro béquer.

3) Decantação com funil de decantação (mistura heterogênea líquido/líquido)

a) Utilizando uma argola, fixe o funil de decantação no suporte universal, posicionando-o acima de um béquer;

b) Verifique se o funil de decantação está com a torneira fechada;

c) Coloque a mistura no funil de decantação;

d) Abra a torneira do funil de decantação, escoando a fase mais densa para o béquer;

- e) Feche a torneira ao término do escoamento da fase mais densa;
- f) Coloque a fase restante em outro béquer.
- 4) Tamisação (mistura heterogênea sólido/sólido)
 - a) Coloque a mistura em uma peneira;
 - b) Realize a separação das fases.
- 5) Separação magnética (mistura heterogênea sólido/sólido)
 - a) Coloque a mistura espalhada sobre um vidro de relógio;
 - b) Estabeleça contato da mistura com um ímã;
 - c) Coloque a limalha de ferro em um béquer.

7) Questões Propostas

1. A sequência escolhida para a separação da mistura apresentou-se viável?
2. De que forma o experimento implicou para a resolução do problema proposto?
3. Seria possível propor outra sequência de processos de separação para as misturas produzidas? Se afirmativo, monte um esquema de sequência dos processos de separação de misturas envolvidos.
4. Considere que em dado momento, a água utilizada no processo de lavagem de equipamentos da indústria fictícia exemplificada no problema apresentou apenas resíduos de cloreto de sódio. Como você procederia para separar esta mistura? Explique o processo utilizado.

8) Referências

- LISBOA, J.C.F.; BRUNI, A.T.; NERY, R.M.L.; LIEGEL, M.R.; AOKI, V.L.M. Ser Protagonista: Química, 1º ano. São Paulo, Edições SM, 2016
- NOVAIS, V.L.D.; ANTUNES, M.T. Viva: Química, volume 1. Curitiba: Aprende Brasil, 2016.
- PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. Química na abordagem do cotidiano, volume 1. São Paulo: Moderna, 2010.
- REIS, M. Química. volume 1. São Paulo: Ática, 2013.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Em relação à AEP proposta, o problema apresenta relações com a temática ambiental, mais especificamente, com a poluição hídrica. Desta forma, objetivou-se aproximá-lo aos problemas propostos nas atividades anteriores, assim como se contextualizá-lo por meio de uma temática relevante de discussões e reflexões no contexto atual, mas que apresenta potencialidades para a abordagem dos conceitos químicos correlacionados à atividade experimental. À guisa disso, buscou-se aproximar o problema proposto ao exposto por Silva, Moura e Nogara (2020, p. 09), em que “[...] na demarcação própria da AEP, esse problema deverá englobar uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada, encadeada a unidades conteudinais de interesse”.

No objetivo experimental, sugere-se a produção de misturas heterogêneas e a realização de processos de separação destas misturas. Assim, tais atividades experimentais podem produzir resultados relacionados à resolução do problema, porém, sem apresentar um roteiro experimental previamente definido, buscando-se estar em consonância com Silva, Moura e Del Pino (2017, p. 183), onde se verifica que o objetivo experimental “[...] trata-se de um eixo experimental que norteará a principal ação a ser desenvolvida, isto é, de uma técnica que resultará em dados capazes de gerar uma solução”.

Organizaram-se as diretrizes metodológicas de forma a subsidiar os estudantes para a produção de uma mistura heterogênea cujos componentes coincidam com os resíduos presentes na água (problema proposto), assim como

os possíveis itinerários experimentais para a separação desta mistura. Destaca-se que as diretrizes relacionadas aos processos de separação de misturas permitem a autonomia dos estudantes, na escolha que poderão fazer de quais procedimentos serão realizados; proposituras orientadoras aos procedimentos a serem realizados, não impositivas, isto é, adaptáveis pelos estudantes e professor (SILVA; MOURA, 2018).

Em vista às aproximações entre a experimentação e a Resolução de Problemas, nos moldes tratados neste artigo, objetivaram-se correlações em dois aspectos distintos: o primeiro, contemplando a temática presente nos problemas teóricos e na atividade prática; o segundo, abrangendo o desencadeamento do experimento a partir da proposição de um problema teórico.

No primeiro aspecto relacional entre Resolução de Problemas e experimentação, utilizou-se da temática relativa à água como elemento para a correlação entre problemas e experimentação em um formato de sequência didática. Assim, organizou-se esta sequência partindo do contexto do consumo doméstico de água, seguindo ao tratamento de água e esgoto nos Problemas 1 e 2, finalizando pelo experimento de processos de separação de misturas com problemática relativa à poluição hídrica.

O segundo aspecto balizou-se na AEP como estratégia didático-pedagógica. Vincula-se à AEP a articulação entre experimentação e Resolução de Problemas pretendida nesta proposta, por, entre suas especificidades, estruturar-se a partir da proposição de um problema de natureza teórica, e configurar-se como uma estratégia para solução desta situação-problema (SILVA; MOURA, 2018). A AEP apresenta o problema em sua origem, ou seja, propõe-se a atividade prática a partir da demarcação do problema (SILVA; MOURA, 2018). Assim, para enfrentamento do problema, se busca uma possibilidade de solução por meio do uso metodológico da experimentação (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020), observando-se características semelhantes em problemas classificados como pequenas pesquisas, cujos estudantes obtêm a solução por meio de um trabalho prático (POZO; CRESPO, 1998). Entretanto, a AEP possui estrutura própria, organizando-se teoricamente por meio da proposição do problema, objetivo experimental e diretrizes metodológicas e, metodologicamente, a partir dos momentos denominados de discussão prévia, organização/desenvolvimento, retorno ao grupo de trabalho, socialização e sistematização (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

A partir do exposto, pretendeu-se apresentar nesta seção, propostas didáticos-pedagógicas potencialmente qualificadores ao Ensino de Ciências, nas particularidades da Química, à luz do referencial teórico adotado neste artigo. Ao se tratar de metodologias frequentes e contundentes nos contextos do Ensino de Ciências, tendo em vista os processos do ensino e da aprendizagem das Ciências, sugere-se sua articulação a partir da caracterização de fundamentos teórico-metodológicos capazes de qualificar a mediação docente, com forte compromisso ao desenvolvimento de aprendizagens; tal articulação é pretendida pelos fundamentos da Atividade Experimental Problematizada. Com base nisso, a título de exemplificação, foram propostas 5 aulas, circunscritas às metodologias referenciadas, a partir da aplicação das quais se poderão levantar argumentos para análise e desenvolver novos planejamentos, com potenciais intervenções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste artigo objetivou-se apresentar uma proposta de intervenção didática, com potencialidades de mediação em âmbito escolar, abrangendo atividades de Resolução de Problemas e experimentação. Neste sentido, buscou-se desenvolver articulações teórico-metodológicas entre estas estratégias de ensino-aprendizagem, uma vez que os problemas propostos apresentam relações temáticas com a atividade experimental, assim como a articulação metodológica entre a Resolução de Problemas e a experimentação se justifica, aqui materializada por meio da Atividade Experimental Problematizada, na qual a proposição de um problema teórico promove o desenvolvimento do procedimento experimental (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

No que tange aos problemas e ao experimento didático proposto, buscou-se um desenvolvimento partindo de um contexto considerado próximo dos estudantes – o consumo de água e formas de redução deste consumo residencial –, para um contexto local – tratamento e fornecimento de água potável, poluição hídrica e formas de minimização desta poluição – e, por fim, um contexto fictício – tratamento de resíduos – por meio sucessivamente do Problema 1, Problema 2 e da AEP. Com isso, objetiva-se o desenvolvimento de um engajamento por parte dos estudantes na sequência proposta, tendo em vista a familiaridade deles às temáticas tratadas.

Destaca-se ainda que as atividades apresentam problemas que não predefinem os procedimentos para sua resolução. Este fato se evidencia pelos Problemas 1 e 2 não sugerirem itinerários para resolução e a atividade experimental apresentar diretrizes que propõe procedimentos laboratoriais descritos de forma simplificada, sendo que os estudantes poderão refletir quanto à sua viabilidade, necessidade e linearidade. Assim, acredita-se propiciar a autonomia durante a atividade, levando, dentre outros aspectos, à construção de hipóteses visando uma resolução para os problemas, a partir de entendimentos distintos. Outra etapa presente nas atividades propostas consiste na exposição e discussão das resoluções entre os estudantes. Nesta ideia, vislumbram-se aderências a uma propiciação aos estudantes a realizarem atividades de cunho investigativo.

Articulation between problem solving and experimentation guided by problematized experimental activity (PEA): a proposal for chemistry teaching

ABSTRACT

It is accepted that the investigative dimension related to the field of Natural Sciences can be qualified through the use of strategies that permeate the proposition of problem situations, or Problem Solving, and that experimental activities show adherence to this theme, especially when related or originated by problematizations. Through this article, a didactic-pedagogical proposal is presented based on the association between the methodologies of Problem Solving and experimentation, interfaced by the Problematized Experimental Activity (PEA). Such research is of a Qualitative nature and, considering the organization of information and the production of new theoretical-methodological emergences, it also encompasses elements of Bibliographic Research. It is considered that the assertion developed is capable of generating autonomy and criticality to the students, providing, among other procedural-cognitive aspects, the construction of hypotheses, aiming at the (re)solution of the proposed problems, as well as the scientific argumentation based on these (re)solutions.

KEYWORDS: Science Teaching. Problematized Experimental Activity. Problem Solving.

NOTAS

1. Esta classificação é citada em trabalho intitulado “Atividades experimentais em química: uma análise em livros didáticos” (SILVA, E.R.A.; PEDROSO, C.A.P.; MEDEIROS, D.R.; VIVIAN, M.F.; GOI, M.E.J.; ELLENSOHN, R.M., 2019).

REFERÊNCIAS

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília DF: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. **A Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. IN: POZO, J.I. (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-41.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIGUEREDO, G.L.; JOSÉ, W.D. Estudo bibliográfico sobre tecnologias digitais no ensino de ciências da Educação de Jovens e Adultos: possibilidades do conectivismo na perspectiva dialógico-problematizadora. **ACTIO**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 1-23, set./dez. 2022.

Estudo bibliográfico sobre tecnologias digitais no ensino de ciências da Educação de Jovens e Adultos: possibilidades do conectivismo na perspectiva dialógicoproblematizadora

GALIAZZI, M.C.; ROCHA, J.M.B.; SCHMITZ, L.C.; SOUZA, M.L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F.P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p.249-263, 2001.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

GOI, M.E.J.; SANTOS, M.T.S Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 203-209, 2009.

LISBOA, J.C.F.; BRUNI, A.T.; NERY, R.M.L.; LIEGEL, M.R.; AOKI, V.L.M. **Ser Protagonista**: Química, 1º ano. São Paulo, Edições SM, 2016.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LOPES, B.J. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.

LOPES, E.S.; LEITE, F.A.; HERMEL, E.E.S. Experimentation in bachelor's education programs in biological sciences: a look from Fleckian epistemology. **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-16, sep./dec. 2021.

MALHEIRO, J.M.S. Atividades experimentais no Ensino de Ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciência**, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016.

MARTINS, D.G. Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas articulada à Atividade Experimental Problematizada: Ensino de Química no contexto CTSA do sódio. Dissertação (mestrado em Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQui) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2020.

NOVAIS, V.L.D.; ANTUNES, M.T. **Vivá**: Química, volume 1. Curitiba: Aprende Brasil, 2016.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. Vol. 1. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. IN: POZO, J.I. (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-98.

REIS, M. **Química**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.

SANEAMENTO PARA PROMOÇÃO DA SAÚDE. Disponível em:
<<http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>>. Acesso em: 07/03/2021.

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**, v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. 10 ed., Campinas, SP: Autores associados, 2011.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R.G. **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP)**. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R.G.; DEL PINO, J.C. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da Atividade Experimental Problematizada (AEP). **Revelli**, v.10, n. 4, p. 41-66, 2018.

SILVA, A.L.S; MOURA, P.R.G; NOGARA, P.A. Um modelo de sistematização à experimentação no Ensino de Ciências: Atividade Experimental Problematizada (AEP). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

SUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

ZANON. L.B.; UHMANN, R.I.M. O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica. IN: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012.

Recebido: 05 out. 2022

Aprovado: 27 mar. 2023

DOI: 10.3895/actio.v8n1.16001

Como citar:

SILVA, André Luís Silva da; VIVIAN, Marcelo Fonseca; GOI, Mara Elisângela Jappe; DEL PINO, José Cláudio. Articulação entre a resolução de problemas e a experimentação balizada pela atividade experimental problematizada (AEP): uma proposta ao ensino de química. **ACTIO**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

André Luís Silva da Silva

Av. Pedro Anunciação, n. 111, Bairro Vila Batista, Caçapava do Sul RS, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

