

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MARCELO FONSECA VIVIAN

**ARTICULAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA ENTRE A RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS E A EXPERIMENTAÇÃO BALIZADA PELA ATIVIDADE
EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP):
UMA PROPOSTA AO ENSINO DE QUÍMICA**

Caçapava do Sul

2021

MARCELO FONSECA VIVIAN

**ARTICULAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA ENTRE A RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS E A EXPERIMENTAÇÃO BALIZADA PELA ATIVIDADE
EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP):
UMA PROPOSTA AO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Silva da Silva
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Mara Elisângela Jappe Goi

Caçapava do Sul

2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

V858a Vivian, Marcelo Fonseca

Articulação teórico-metodológica entre a Resolução de Problemas e a experimentação balizada pela Atividade Experimental Problematizada (AEP): uma proposta ao Ensino de Química / Marcelo Fonseca Vivian.

39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pampa, ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2021.

"Orientação: André Luís Silva da Silva".

1. Ensino de Química. 2. Atividade Experimental Problematizada. 3. Resolução de Problemas. I. Título.

MARCELO FONSECA VIVIAN

**ARTICULAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA ENTRE A RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS E A EXPERIMENTAÇÃO BALIZADA PELA ATIVIDADE
EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP):
UMA PROPOSTA AO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Silva da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Mara Elisângela Jappe Goi

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 13 de agosto de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. André Luís Silva da Silva – Orientador – Unipampa

Profa. Dra. Mara Elisângela Jappe Goi – Coorientadora – Unipampa

Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Sartori – Unipampa

Profa. Dra. Sandra Hunsche – Unipampa



Assinado eletronicamente por **ANDRE LUIS SILVA DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2021, às 17:47, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **PAULO HENRIQUE DOS SANTOS SARTORI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 25/08/2021, às 17:27, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **SANDRA HUNSCHÉ, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 25/08/2021, às 22:13, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARA ELISANGELA JAPPE GOI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/08/2021, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0587741** e o código CRC **9615E772**.

ARTICULAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA ENTRE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A EXPERIMENTAÇÃO BALIZADA PELA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP): UMA PROPOSTA AO ENSINO DE QUÍMICA

Theoretical-methodological articulation between Problem Solving and experimentation guided by the Problematic Experimental Activity (PEA): a proposal for the Chemistry Teaching

Marcelo Fonseca Vivian – marcelovivian.aluno@unipampa.edu.br

André Luís Silva da Silva – andresilva@unipampa.edu.br

Mara Elisângela Jappe Goi – maragoi@unipampa.edu.br

RESUMO

Uma possibilidade para o desenvolvimento da dimensão investigativa relacionada à área das Ciências da Natureza consiste na utilização de estratégias que permeiam a proposição de situações-problema ou da Resolução de Problemas, e atividades experimentais podem apresentar aderência a esta temática, especialmente quando relacionadas ou desencadeadas por problematizações. Aceitando-se esta possibilidade, por meio deste trabalho apresenta-se uma proposta de sequência didática balizada pela associação entre as metodologias da Resolução de Problemas e da experimentação, interfaceada pela Atividade Experimental Problematizada (AEP). Tal estudo/planejamento configura-se como qualitativo e, considerando a organização de informações e a produção de novas emergências teóricas, abarca também elementos da Pesquisa Bibliográfica e do Estudo Exploratório. A sequência didática proposta possui organização em cinco aulas, estas abrangendo respectivamente: apresentação da proposta, proposição de problema (Problema 1), proposição de problema (Problema 2), aula teórica sobre processos de separação de misturas e experimentação balizada na AEP. Os problemas propostos e a AEP, atividades foco deste ensaio, utilizam da temática relacionada ao consumo e preservação da água. No que tange as possibilidades de aproximações entre a experimentação e a Resolução de Problemas vislumbradas neste trabalho relacionam-se a temática presente nos problemas propostos e na experimentação, assim como à característica da AEP de um problema desencadear a atividade experimental. Por fim, avalia-se que esta proposta apresenta consonância com o que é pretendido ao Ensino Médio, em termos de ensino-aprendizagem, e está exposto: (i) na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), onde a abordagem investigativa deve ser proporcionada por desafios ou problemas abertos e contextualizados, os quais estimulam soluções teóricas e/ou experimentais, (ii) nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCN-EM), nas quais atividades práticas não devem restringirem-se aos procedimentos experimentais, mas permitir momentos de discussão teórico/prática que ajudem na compreensão conceitual e (iii) nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em que atividades práticas devem garantir o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes.

Palavras-chave: Ensino de Química; Atividade Experimental Problematizada; Resolução de Problemas.

ABSTRACT

One possibility for the development of the investigative dimension related to the area of Natural Sciences is the use of strategies that permeate the proposition of problem situations or Problem Solving, and experimental activities can show adherence to this theme, especially when related or triggered by problematizations. Accepting this possibility, this work presents a proposal for a didactic sequence based on the association between the methodologies of Problem Solving and experimentation, interfaced by the Problematized Experimental Activity (PEA). Such study/planning is characterized as qualitative and, considering the organization of information and the production of new theoretical emergencies, it also encompasses elements of Bibliographic Research and Exploratory Study. The proposed didactic sequence is organized into five classes, these covering respectively: proposal presentation, problem proposition (Problem 1), problem proposition (Problem 2), theoretical class on processes of separation of mixtures and experimentation based on the PEA. The proposed problems and the PEA, the focus of this problem, use the theme related to the consumption and preservation of water. With regard to the possibilities of approximations between experimentation and Problem Solving envisioned in this work, they are related to the theme present in the proposed problems and in the experimentation, as well as to the PEA characteristic of a problem triggering the experimental activity. Finally, it is evaluated that this proposal is in line with what is intended for High School, in terms of teaching-learning, and is exposed: (i) in the Common National Curriculum Base, where the investigative approach must be provided by open and contextualized challenges or problems, which encourage theoretical and/or experimental solutions, (ii) in the Curriculum Guidelines for High School, in which practical activities should not be restricted to experimental procedures, but allow moments theoretical/practical discussion that help in conceptual understanding and (iii) in the National Curriculum Parameters, in which practical activities should ensure space for reflection, development and construction of ideas, alongside knowledge of procedures and attitudes.

Keywords: Chemistry Teaching; Problematized Experimental Activity; Problem Solving.

1 INTRODUÇÃO

No contexto da educação escolar, mais especificamente na área das Ciências da Natureza, uma possibilidade de estratégia didática genuinamente qualificada e passível de utilização pelo professor é a experimentação. Autores como Machado e Mol (2008), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) citam que a experimentação pode favorecer a aprendizagem de conceitos e princípios científicos, pois oferece condições amplas para apropriações teóricas, procedimentais e atitudinais.

No que tange aos documentos oficiais, os *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental* (BRASIL, 1998) apresentam uma sessão destinada 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 a experimentação, especialmente relacionadas à disciplina de Química. Neste sentido, percebe-se que o desenvolvimento da experimentação se configura como uma das possibilidades de estratégias didáticas no contexto do Ensino de Ciências, cabendo aprofundamento e apropriações teórico-metodológicas adequadas.

Nessa intenção, Machado e Mol (2008) e Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) destacam a importância de a experimentação apresentar um caráter investigativo, extrapolando uma

sequência linear e rígida de procedimentos. Uma característica de atividades de cunho investigativo é a iniciação por uma problematização (BASSOLI, 2014). Esta perspectiva para as atividades experimentais converge com propostas didático-pedagógicas apresentadas na *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC), onde se verifica, entre outros aspectos circunscritos, a intencionalidade de atribuição de um caráter investigativo à área das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

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

Desta forma, 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 aproximações 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 observem uma intencionalidade investigativa à área das Ciências da Natureza presente nos procedimentos e processos de investigação apresentados na BNCC, Sasseron (2018) aponta que o processo investigativo para o Ensino Fundamental presente na BNCC relaciona-se à promoção de situações investigativas em que ocorram quatro modalidades de ações descritas, como: definição de problemas; levantamento, análise e representação; comunicação e intervenção. A autora destaca, entretanto, uma maior ênfase nas ações relativas ao levantamento, análise e representação, o que pode propiciar um protagonismo dos estudantes com maior vinculação ao desenvolvimento de entendimentos sobre conhecimentos conceituais das ciências (SASSERON, 2018).

No que tange um ensino por investigação, Bassoli (2014) discorre que esta perspectiva baseia-se na problematização, na elaboração de hipóteses e no teste destas hipóteses, utilizando pesquisa ou experimentação. Segundo a mesma autora, atividades experimentais investigativas integram o ensino por investigação. Corroborando com o exposto, Zompêro e Laburú (2010) destacam que:

O trabalho por meio da investigação pressupõe a apresentação de um problema inicial sobre o assunto estudado, cuja resposta o aluno desconhece. O problema, neste caso, tanto pode ser proposto pelo professor, como pelo aluno. A partir desse problema, os alunos levantam hipóteses, momento em que ocorre a interação entre professor e alunos. Neste instante, é possível a ativação e exposição das ideias prévias dos alunos. A exposição de suas ideias permite que reflitam e tomem consciência do que pensam sobre o problema proposto. De acordo com a natureza deste, a atividade pode ser desenvolvida de modo prático, ou por meio de pesquisas bibliográficas. Considerando a realização de um experimento, é possível que os alunos desenvolvam a atividade utilizando a observação, as quais devem ser registradas por meio de desenhos ou em tabelas, analisem os dados e obtenham uma

conclusão. Antes de realizar a atividade prática, deve-se discutir com os estudantes a situação ou fenômeno que será estudado (ZOMPÊRO; LABURÚ, 2010, p. 15).

Além das características relacionadas anteriormente a um ensino que pressupõe e intenciona a prática da investigação, Zompêro e Laburú (2010) defendem a utilização de atividades investigativas, uma vez que estas podem promover o raciocínio e habilidades cognitivas, assim como possibilitar a cooperação entre os estudantes. Nesse sentido, percebe-se a relevância de atividades com características investigativas no âmbito da área das Ciências da Natureza, e que estas atividades podem ser desenvolvidas por meio da utilização de estratégias que permeiam a proposição de situações-problema, ou por meio da Resolução de Problemas. No mesmo contexto, verifica-se a pertinência do desenvolvimento de atividades experimentais no Ensino de Ciências, sobretudo quando relacionadas ou desencadeadas por problematizações. Desta forma, ambas as metodologias podem apresentar possibilidades qualificadoras para o processo de ensino e aprendizagem. A partir do disposto, questionamentos acerca de quais estratégias podem contribuir para a correlação da experimentação e proposição/Resolução de Problemas podem emergir.

Assim, sistematiza-se por meio deste texto um trabalho de conclusão de curso de especialização, cujo problema de pesquisa relaciona-se à pergunta: Como desenvolver atividades didático-pedagógicas de forma a aproximar a experimentação e a Resolução de Problemas, no âmbito do ensino de Química? Neste sentido, tem-se como problemática principal explorar possibilidades e potencialidades de uma atividade didática envolvendo as metodologias didático-pedagógicas da Resolução de Problemas e da experimentação no Ensino de Ciências, balizada pelas premissas da *Atividade Experimental Problematizada* (AEP), no contexto do Ensino de Ciências da Natureza. Seu objetivo geral abrange a elaboração de uma proposta de sequência didática, com foco na Resolução de Problemas e na experimentação. Os objetivos específicos consistem em: i) desenvolver problemas teóricos com convergências relacionais à atividade experimental e ii) propiciar a articulação entre Resolução de Problemas e experimentação por meio da AEP, reconhecendo especificidades desta articulação.

Desta forma, a partir da apresentação desenvolvida sobre os aspectos relacionados à temática pesquisada, assim como o problema de pesquisa identificado e objetivos, a sequência deste trabalho estrutura-se nos demais tópicos: fundamentação teórica, metodologia de pesquisa, resultados e discussões e considerações finais. Na fundamentação teórica, discutem-se algumas características acerca da experimentação no Ensino de Ciências, da aproximação entre experimentação e proposição/Resolução de Problemas e, por fim, da Atividade Experimental Problematizada (AEP). Na metodologia, descrevem-se os trajetos metodológicos utilizados para a realização desta proposta, assim como pressupostos teóricos que os balizam. Nos resultados e discussões, apresentam-se os resultados observados, sob um ponto de vista de planejamento teórico, e sua interpretação, objetivando-se construir compreensões sobre a temática de estudo, generalizáveis a outros contextos. Finalizando o trabalho, têm-se as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A experimentação no Ensino de Ciências: classificações e potencialidades

Ao refletir sobre áreas de conhecimento (ou suas componentes curriculares) como Química, Física e Biologia, pode-se considerar um fato corriqueiro associá-las ou remetê-las ao uso de atividades experimentais, laboratórios ou “experiências”, pois, afinal, estas

componentes fazem parte da área de Ciências da Natureza. Entretanto, Galiazzi *et al.*, (2001) apontam que a experimentação no Ensino de Ciências, como estratégia didática, tem o início de sua utilização em ambientes escolares há aproximadamente um século, apresentando relações de influência com atividades experimentais realizadas em âmbito universitário, tendo dentre os objetivos a melhoria da aprendizagem dos conteúdos científicos. Desta forma, percebe-se que a experimentação não se configura em um campo novo de análise e, por ser utilizada didaticamente até os dias atuais, torna-se importante a discussão acerca desta estratégia quanto aos objetivos e meios de desenvolvimento, assim como dos fatores estruturais e de formação docente que as influenciam.

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). Embora tais considerações de importância e potencialidades, diversos autores (MALHEIRO, 2016) apontam que atividades experimentais não se configuram como solução para todos os problemas do Ensino de Ciências (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 alunos (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:

O aspecto formativo das atividades práticas experimentais não pode ser negligenciado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, em detrimento da promoção de aprendizados efetivamente articuladores do diálogo entre saberes teóricos e práticos dinâmicos, processuais e relevantes para os sujeitos em formação (BRASIL, 2006, p. 123).

Desta forma, as atividades experimentais necessitam 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). Assim, torna-se importante destacar o papel do professor no desenvolvimento de atividades experimentais, visando promover maior participação dos alunos, não somente no caráter de manipulação de materiais, mas principalmente em discussões que demandem da articulação de ideias e fundamentos teóricos.

Existem diversos fatores que podem nortear a organização (planejamento e aplicação) de atividades experimentais, tais como objetivos, disponibilidade de reagentes, fatores de segurança e familiaridade dos alunos com procedimentos no laboratório. Esta variedade de fatores pode implicar em formatos distintos de planejamento e condução de atividades experimentais. Bassoli (2014), embasada em trabalho de Campos e Nigro (1999), relaciona as atividades experimentais em quatro categorias: demonstrações práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos¹.

Nas *demonstrações práticas*, a atividade é realizada exclusivamente pelo professor, estando o aluno restrito somente a observação. Bassoli (2014) apresenta argumentos de

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).

Krasilchik em que demonstrações práticas podem ter utilização 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 alunos com fenômenos, equipamentos e/ou instrumentos, mas apresentando dependência de questionamentos realizados pelo professor para propiciar maior engajamento intelectual dos alunos (BASSOLI, 2014).

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

Os *experimentos ilustrativos* consistem em atividades realizadas pelos próprios alunos, mas atendendo 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 alunos quando organizados em grupos de trabalho (BASSOLI, 2014).

Experimentos descritivos são também atividades realizadas pelos alunos, possibilitando oportunidade de o professor não conduzi-los em todas as etapas do processo. Neste tipo de experimento os alunos são instigados a descrever os fenômenos observados e 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 experimento é a utilização de uma problematização como fator inicial da investigação, ideia esta central às discussões que estruturam este ensaio (BASSOLI, 2014).

Atividades que propiciam ao aluno elaborar o experimento apresentam exigências ao professor distintas daquelas nas quais solicita-se a eles apenas sua observação/manipulação, conforme ocorre em outros tipos de experimentação. Neste caso o professor necessita organizar o problema, em definição e delimitação, bem como discutir com a turma o material necessário, possíveis atuações frente às suposições levantadas, assim como formas de coletar e relacionar dados/informações e transformá-los em resultados (BRASIL, 1998).

As características dos tipos de experimentos supracitados evidenciam uma crescente participação e autonomia dos estudantes. Assim, percebem-se a existência de diferentes ações esperadas pelos alunos: centradas na observação (experimentos demonstrativos), realização de experimentos, embora que ainda com dependência do professor (experimentos ilustrativos), realização de experimentos e produção de conclusões (experimentos descritivos) e desenvolvimento de experimentos com a produção de hipóteses e a resolução de problemas, em uma perspectiva investigativa (experimentos investigativos). Todavia, desenvolver a participação ativa e a autonomia é uma construção processual, uma vez que:

A autonomia dos estudantes na experimentação torna-se mais ampla quanto mais participam da elaboração de seu guia ou protocolo, realizam por si mesmos as ações sobre os materiais, preparam o modo de organizar as anotações, as realizam e discutem os resultados. Mas esses procedimentos são conhecimentos construídos, ou seja, é necessário que os estudantes tenham várias oportunidades de trabalho guiado e outras de realização de suas próprias idéias para ganharem autonomia nos procedimentos experimentais (BRASIL, 1998, p. 124).

A partir do exposto, 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 à solução de problemas, não pode ser descartada a importância de atividades menos autônomas como integrantes de um processo de aprendizagem. Assim, é necessária 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 alunos.

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

2.2 Aproximações da experimentação à proposição/Resolução de Problemas

Segundo Silva e Moura (2018), atividades experimentais podem apresentar características relevantes para o processo de ensino e aprendizagem, promovendo aos alunos o estímulo à interpretação de informações, a partir do relacionamento do conhecimento científico a aspectos cotidianos, e assim o despertar da curiosidade investigativa a novos questionamentos e reflexões. Tais características podem ser potencializadas quando aos alunos são oferecidas condições de elaborarem métodos próprios de investigação (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015 apud SILVA; MOURA, 2018). Os mesmos autores sugerem que uma metodologia experimental capaz de promover investigações e o senso crítico dos alunos pode ser iniciada por uma questão concreta de investigação, um problema a ser resolvido, a partir de uma rota experimental ainda em vias de elaboração (SILVA; MOURA, 2018).

No que tange as atividades experimentais investigativas, Suart e Marcondes (2009) indicam que estas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas quando planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno. Ressalta-se, ainda, que tais experimentos são desenvolvidos por meio de uma problematização inicial (BASSOLI, 2014). Corroborando com 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 entre experimentação e proposição/Resolução de Problemas pode ser percebida também na BNCC. Neste documento é enfatizado para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias a ampliação e sistematização de aprendizagens desenvolvidas no Ensino Fundamental. Estas aprendizagens contemplam conhecimentos conceituais; contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses saberes; processos e práticas de investigação e as linguagens das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017). Em relação à 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, tendo em vista os processos de ensino e aprendizagem, pode ser a vinculação à proposição de problemas iniciais. Tal aspecto pode ser observado em atividades de caráter investigativo. Considerando a relevância do problema nesta perspectiva de atividades, 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 trabalho.

Segundo Echeverría e Pozo (1998), problema é definido como uma situação que é reconhecida como tal e que “[...] 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.

Neste sentido, Echeverría e Pozo (1998) diferenciam problemas de exercícios, precisamente por os últimos possuírem mecanismos imediatos de solução. Assim, uma mesma situação pode se configurar como um problema para um indivíduo, enquanto que, para outro, não. Isto é justificado devido ao segundo conhecer os mecanismos de resolução, constituindo-se, então, de um exercício, ou ainda por não desenvolver interesse cognitivo pela situação-problema que lhe é apresentada.

Exercícios e problemas também apresentam diferenças quanto aos objetivos de sua utilização no contexto da educação escolar. Esta diferenciação é citada por Lopes (1994), em 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 processuais.

A partir do exposto, considera-se que as características quanto ao entendimento dos itinerários de resolução podem consistir de fator determinante para percepção de problemas ou de exercícios para cada indivíduo, quando da seleção/identificação da atividade a ser executada. Entretanto, essas mesmas características podem ser vinculadas a seus objetivos de utilização, quando em estratégia didática a ser desenvolvida pelo professor. Em síntese, conhecer as estratégias de resolução pode configurar uma atividade como exercício, que pode ser utilizado para reforçar tais estratégias. Não conhecer as estratégias de resolução pode configurar uma atividade como problema, o qual pode ser utilizado para o desenvolvimento de habilidades mais complexas que o reforço de tais estratégias conhecidas (ECHERVERÍA; POZO, 1998; LOPES, 1994).

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 objetivos no currículo de Ciências da Natureza, apresentam uma classificação: problemas qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas.

Pozo e Crespo (1998) citam que problemas qualitativos se caracterizam por ter a resolução obtida por meio de raciocínios teóricos, sem a necessidade de cálculos numéricos, e que não requererem 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 qualitativos apresentam como vantagens propiciar que os alunos trabalhem com conceitos científicos, sejam conscientes de suas ideias, assim como a

discussão destas ideias com os colegas. Quanto ao grau de abertura do problema, este pode oportunizar que uma mesma questão seja trabalhada com alunos de diferentes faixas etárias, habilidades e conhecimentos (POZO; CRESPO, 1998).

Todavia, segundo Pozo e Crespo (1998), uma dificuldade no desenvolvimento de problemas qualitativos se relaciona à quando apresentam configuração com elevado grau de abertura, com um enunciado ambíguo e resolvível por inúmeros pontos de vista ou estratégias, podendo dificultar a percepção dos alunos de como abordá-lo ou mesmo impedir o reconhecimento do problema a partir da pergunta inicial. Assim, antes de propor um problema, o professor necessita ter definidos os objetivos pretendidos e, durante a resolução, orientar os alunos, seja pelo reconhecimento do que foi perguntado, organizando graus de fechamento por meio de novas perguntas, ou usando de analogias para promover uma melhor compreensão e informações complementares para avaliação de hipóteses.

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 pode ser não numérica. Uma vantagem na utilização de problemas desta natureza, segundo Pozo e Crespo (1998), consiste na possibilidade de alcançar objetivos concretos, tais como a aprendizagem de conceitos científicos, aplicando magnitudes aos cálculos, aprendizagem de habilidades, técnicas e algoritmos para a aplicação da ciência em problemas concretos, bem como a compreensão da importância das medidas, das unidades de medida, da precisão e das magnitudes (POZO; CRESPO, 1998).

Contudo, um importante inconveniente dos problemas quantitativos relaciona-se ao fato de que os alunos podem vincular sua resolução somente ao resultado numérico, não percebendo ou não interpretando que este número incorpora um contexto científico no qual se encontra o problema. Neste sentido, as dificuldades matemáticas podem sobressair-se ao próprio problema, fazendo com que este seja percebido pelo aluno e avaliado pelo professor meramente como tarefa matemática, a qual aponta à dicotomia certo-errado (POZO; CRESPO, 1998).

As pequenas pesquisas, terceira unidade classificatória aos problemas proposta por Pozo e Crespo (1998), são aquelas 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, por propiciar ao aluno a formulação de hipóteses, elaboração de estratégia de trabalho e reflexão sobre dados/informações obtidos. Porém, embora apresentando relativa aproximação à prática científica, a utilização didática de pequenas pesquisas possui objetivos específicos:

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 (POZO; CRESPO, 1998, p. 83).

Pozo e Crespo (1998) indicam que pequenas pesquisas envolvem uma aprendizagem de conceitos e de habilidades e estratégias, podendo adotar características dos problemas qualitativos (conectar conhecimentos prévios e fenômenos a serem estudados) e dos quantitativos (utilizar cálculos quantitativos). Neste sentido, os mesmos autores citam que,

embora apresentem tal classificação, problemas, especialmente os mais complexos, podem integrar-se concomitantemente a mais de uma destas categorias. Exemplificam ainda que uma pequena pesquisa pode exigir para sua resolução uma análise qualitativa prévia e algum tipo de quantificação, por exemplo.

Destacam-se como vantagens da utilização deste tipo de problema a possibilidade de relacionar conceitos teóricos e suas aplicações práticas, transferir conceitos escolares para âmbitos cotidianos e motivar os alunos. Todavia, alguns inconvenientes relacionam-se às pequenas pesquisas pelo fato de, virtualmente, levarem a uma aproximação demasiada ao Método Científico, sugerindo um entendimento de que fazer ciência e aprender ciência incorporam elementos teóricos e metodológicos únicos (POZO; CRESPO, 1998).

A partir das características referidas, pode-se perceber que problemas qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas apresentam variadas diretrizes de modo e objetivos, o que acarreta em possíveis vantagens e desvantagens de emprego didático. Nota-se, por meio da classificação apresentada, que problemas qualitativos abordam questões conceituais, porém, sem utilizar artifícios matemáticos; problemas quantitativos relacionam-se a conceitos científicos, mas necessitam de artifícios matemáticos para resolução e, por fim, pequenas pesquisas exigem um trabalho prático, mas podem apresentar características que perpassam por problemas qualitativos e quantitativos. Estes aspectos podem ser visualizados nos exemplos de problemas apresentados no Quadro 1, tendo-se as Ciências da Natureza como cenário.

Quadro 1: Exemplos de problemas, tendo em vista a classificação apresentada.

	Exemplos								
Problema qualitativo	Explicar por que a roupa seca mais rapidamente nos dias em que há vento do que naqueles em que não há.								
Problema quantitativo	Um depósito fechado contém ar, na pressão atmosférica. As suas grossas paredes podem suportar pressões elevadas, mas não superiores a 20 atmosferas. Através de uma bomba adequada injeta-se ar uniformemente, com o que aumenta a pressão em seu interior, de acordo com a seguinte tabela:								
	t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
	P(atm)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
	Se a bomba funciona durante 40 segundos, as paredes do depósito poderão resistir? Determine a lei que relaciona o tempo com a pressão e expresse-a em linguagem científica.								
Pequenas pesquisas	Estudo do efeito da luz e da escuridão na germinação de um feijão. Após fornecer ao aluno as instruções necessárias para plantar dois grãos de feijão e observar o seu crescimento (comprimento do talo), uma com luz e outra no escuro, pede-se que elabore os gráficos do comprimento do talo à medida que o tempo passa, e que os compare. Qual o efeito da luz no desenvolvimento das plantas? Por que você acredita que isto ocorre? (Adaptado de ROSA SENSAT, 1979).								

Fonte: adaptado de Pozo e Crespo (1998).

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. De seus elementos constituintes se passará a tratar.

2.3 A Atividade Experimental Problematizada (AEP): fundamentos e potencialidades

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) pode ser apresentada como uma estratégia didático-pedagógica que intenta relacionar as metodologias da Resolução de Problemas à da experimentação. Esta possibilidade vincula-se 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). Desta forma, percebe-se a proposição de um problema como parte fundamental da estratégia, induzindo a uma atividade experimental que visa a solução deste problema, 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 de configurar-se como centralizador de respostas e certezas (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020; 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 sentido, a AEP tem como meta propiciar autonomia e protagonismo aos alunos, uma vez que estes realizam registros, discutem resultados, levantam hipóteses, avaliam possíveis explicações e discutem, entre seus pares e com o professor, os objetivos, as razões e as etapas do experimento (SILVA; MOURA, 2018).

Entretanto, apesar de apresentar características de proposição de um problema inicial, função de orientador e problematizador assumida pelo professor, heterogeneidade de conclusões e desenvolvimento de um contexto que visa propiciar a autonomia e protagonismo do estudante, a AEP possui especificidades próprias quanto à estrutura teórica-metodológica². Logo, é desenvolvida em relação a um eixo teórico e um eixo metodológico, em que:

Considera-se como eixo teórico da AEP um processo de experimentação que se estrutura a partir da demarcação, elucidação e proposição de um problema de natureza teórica, isto é, uma AEP configura-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução a dada situação-problema (SILVA; MOURA, 2018, p. 103).

No que tange o eixo metodológico, Silva e Moura (2018) o relacionam ao executar da AEP, ou seja, a sua sequência didática específica, que propõe o desenvolvimento da atividade em cinco momentos distintos. Os dois eixos constituintes da AEP são descritos de forma sintética no Quadro 2.

Quadro 2: Eixos constituintes da AEP.

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

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

O eixo teórico, associado ao planejar a AEP, tem sua estruturação a partir da proposição de um problema. Neste sentido, este problema desencadeia um objetivo experimental e suas diretrizes metodológicas. Assim, na AEP é proposta a articulação entre

² A AEP possui uma estrutura organizacional constituída pelos eixos *articuladores teóricos* e *momentos metodológicos*, apresentando como fundamentação pedagógica a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e epistemológica a Epistemologia de Thomas Kuhn (SILVA; MOURA, 2018).

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 que 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 respostas, enquanto que perguntas relacionam-se especificamente aos resultados.

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, mantendo a relação aos conteúdos conceituais de interesse à apropriação pelos alunos. Outra característica a ser destacada consiste na premência da realização de experimentação visando-se uma solução, em um processo reflexivo e analítico sobre os dados. Desta forma, a partir do problema, elabora-se e organiza-se o objetivo experimental (SILVA; MOURA, 2018).

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). Neste sentido, 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 para a realização da experimentação, aproximando-se de um protocolo para as ações práticas 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. Neste sentido, diferenciam-se de um roteiro rígido a ser seguido, pois admitem alterações pelos alunos e/ou professor no decorrer das ações (SILVA; MOURA, 2018).

No Quadro 3, apresenta-se um exemplo de proposição de atividade experimental embasado na AEP, destacando-se o problema proposto, o objetivo experimental e as diretrizes metodológicas, nas particularidades do Ensino de Ciências.

Quadro 3: Exemplo de atividade experimental embasada na AEP (eixo teórico).

Variação da temperatura do gelo triturado e em cubos com sal de cozinha							
Problema proposto	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?						
Objetivo experimental	Produzir sistemas constituídos por sal de cozinha e gelo; triturado e em cubos.						
Diretrizes metodológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Adicionar determinado volume de gelo em cubos a um copo de béquer e medir a temperatura inicial do sistema. - Repetir o procedimento anterior, utilizando o gelo triturado. - Identificar seis copos de béquer de 1 a 6 e colocar nos nº 1, 2 e 3, gelo triturado, e nos restantes gelo em cubos, em volumes aproximadamente iguais. - Adicionar a cada um dos béqueres determinada massa de sal de cozinha. - Medir a temperatura de cada béquer e registrar sua variação na Tabela 1. - Completar a tabela mostrada logo abaixo com os valores experimentais. 						
	Variação da temperatura nos béqueres 1 a 6.						
	Béquer	1	2	3	4	5	6
	ΔT (°C)						
	Tipo de gelo	triturado	triturado	triturado	cubo	cubo	Cubo

Fonte: adaptado de Silva e Moura (2018).

Percebe-se, a partir do exemplo, que o problema proposto exige a realização de uma prática experimental que propicie a produção de dados/informações capazes de promover uma solução. Assim, emerge o objetivo experimental, que, de forma menos abrangente, demarca o que produzir experimentalmente. Neste caso, a produção de sistemas de gelo e sal constituem o objetivo experimental, entretanto, estes sistemas necessitam serem produzidos de forma a gerar dados comparáveis e discutíveis, assim, as diretrizes metodológicas representam ações para a experimentação. Destaca-se que as diretrizes presentes no exemplo, apesar de sugerirem ações, apresentam aspectos modificáveis no desenvolvimento da experimentação, tais como as quantidades de sal e gelo, a disposição destes no sistema, dentre outros, a partir das apropriações e inquietações dos alunos.

O eixo metodológico da AEP, formado por cinco momentos - discussão prévia, organização/desenvolvimento, retorno ao grupo de trabalho, socialização e sistematização – constitui a sequência didática da proposta. Esta organização aproxima-se de fundamentos próprios dos Três Momentos Pedagógicos – Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação 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 que tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos 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, entre 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 organização do experimento em sua natureza metodológica. Neste momento ocorre primeiramente a apresentação do problema teórico, seu objetivo experimental e das diretrizes metodológicas. Posteriormente, tem-se a organização para o trabalho experimental, na qual os alunos são dispostos em pequenos grupos de trabalho, ocorrendo discussões e levantamentos de hipóteses a partir do problema proposto e de seus conhecimentos prévios. Por fim, os alunos 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 ocorre a discussão de resultados do experimento, interna a cada grupo de trabalho, 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 alunos “[...] passam ao desenvolvimento cognitivo balizador para uma compreensão dos resultados experimentais obtidos, seguida pela interpretação conjunta dialógica desses e perspectivas de solução ao problema proposto no início da atividade” (SILVA; MOURA, 2018, p. 110-111).

Durante a etapa da socialização 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 alunos, 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 configura-se 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 a produção textual pelos alunos, abordando o conhecimento produzido por meio da atividade experimental, as informações produzidas e coletadas, as questões orientadoras e aspectos provenientes de pesquisas teóricas (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

Ainda no que tange a sistematização, Silva e Moura (SILVA; MOURA, 2018) discutem ser fato recorrente no contexto escolar a solicitação de produção de um relatório como atividade pós-experimentação. No contexto da AEP, esta estratégia pode ser mantida, entretanto, quando apresentadas diretrizes para sua produção. Para tanto, fornecendo-se subsídios aos alunos para uma escrita coerente, a fim de que possam satisfatoriamente expressar resultados e observações, reconhecendo-se a característica construtiva da comunicação científica.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo/planejamento realizado e relatado neste trabalho configura-se como qualitativo, metodologia esta que, segundo Lakatos e Marconi (2017) e Gil (2017), apresenta como objetivo obter uma compreensão particular do objeto a ser investigado. Assim, considerando 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).

No que tange 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 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 aproximações com fundamentos da *Pesquisa Bibliográfica*, na qual, após a definição do tema de pesquisa procede-se 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 facilitando a formulação do problema de pesquisa (GIL, 2017). Neste sentido, tal etapa configurou-se como um momento de apropriação de elementos balizadores e norteadores para o desenvolvimento desta proposta. Após o estudo teórico, seguiu-se pela formulação e refinamento do problema de pesquisa, definição do público-alvo pretendido, planejamento e sistematização das atividades didáticas elaboradas.

Por fim, materializa-se neste trabalho a proposição de um planejamento de sequência didática com foco em atividades de Resolução de Problemas e experimentação, segundo o aporte teórico da AEP. Justifica-se a execução exclusivamente da fase de planejamento tendo em vista o atual contexto relacionado à Pandemia COVID-19³, em que atividades escolares apresentam desenvolvimento não presencial, assim como a característica das atividades propostas neste trabalho demandarem a implementação em um formato presencial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Perspectivas de articulação entre as metodologias da experimentação e da Resolução de Problemas com fins didáticos podem ser percebida em diversos trabalhos e pesquisas acadêmicas. Neste contexto, citam-se artigos de Goi e Santos, os quais discutem aspectos relativos a aulas de laboratório, a Resolução de Problemas e a organização de trabalho experimental, por meio da Resolução de Problemas (GOI; SANTOS, 2003) e apresentam 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). Cita-se também a dissertação de mestrado de Martins, em que se articulou a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas à Atividade Experimental Problematizada, utilizando do contexto do sódio, apoiado no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (MARTINS; 2020). Assim, percebe-se a viabilidade de relações entre as estratégias didáticas citadas.

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 estão organizadas em uma sequência didática (Plano de Ensino), sintetizada no Quadro 4. A descrição, em detalhes e

³ A COVID-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global (Fonte: Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus>. Acesso em: 04 de julho de 2021).

aprofundamento, das atividades que integram este planejamento podem ser vistas no APÊNDICE A deste trabalho.

Quadro 4: Síntese das atividades pretendidas.

Aula	Duração	Atividades
01	1 hora-aula	Apresentação da proposta, leitura e discussão de texto 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: Própria.

No que tange a atividade balizada na Resolução de Problemas, planejou-se a realização em três momentos distintos: o primeiro, abarcando a formação, pelos alunos, de pequenos grupos de trabalho e organização de estratégias para a resolução da situação-problema, ocorrendo presencialmente; o segundo, consistindo no desenvolvimento das estratégias para resolução do problema, ocorrendo de forma extraclasse; e, por fim, o terceiro, com a explanação da resolução dos problemas, discutindo as estratégias utilizadas e os resultados obtidos, ocorrendo de forma presencial na aula seguinte à proposição da atividade. Como forma de materialização, propõe-se aos alunos o desenvolvimento de produção textual, visando sistematizar as estratégias utilizadas para a resolução do problema, assim como a solução proposta. Os problemas previstos para implementação são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Problemas propostos.

<p>Problema 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. Neste sentido, estima-se que de cada 1000 litros de água apenas, aproximadamente, 6 litros estejam potencialmente disponíveis para a utilização humana. Considerando a utilização de água, a agricultura consome 69% da água disponível, a indústria 23% e apenas 8% destina-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).</p> <p>Considerando o exposto, percebe-se a importância da preservação e de uma utilização consciente da água doce, o que perpassa um bom uso doméstico deste recurso natural. Mas você sabe quantos litros de água utiliza diariamente? Para responder 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>Um uso doméstico consciente da água pode propiciar a preservação deste recurso natural, assim como uma possível redução em faturas a serem pagas. Assim, temos benefícios ao meio ambiente e ao orçamento familiar. Entretanto, para isso, torna-se indispensável reduzir o consumo de água na residência. Refletindo sobre os aspectos citados, quais as estratégias que podemos utilizar para reduzir o consumo de água? Para responder esta questão, organize formas de reduzir o consumo residencial de água, observando a manutenção das atividades e rotinas habituais.</p>
<p>Problema 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>Neste sentido, 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, escabiose, leptospirose, febre tifóide, esquistossomose e malária. • Esgotamento sanitário adequado é fator que contribui para a eliminação de vetores da malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose e teníase. <p>(Adaptado de: Saneamento para Promoção da Saúde. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude. Acesso em: 07/03/2021).</p>

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) A partir do exposto, percebe-se a importância do fornecimento de água tratada para a promoção de melhorias na qualidade de saúde humana. 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 nosso município? 2) A ocorrência da poluição hídrica pode causar prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Neste sentido, torna-se importante a diminuição deste tipo de poluição. Mas quais seriam as principais formas de poluição aquática de nosso município? Quais possíveis impactos ao meio ambiente elas poderiam ocasionar? Como poderíamos minimizar estas formas de poluição? |
|--|

Fonte: própria.

Ainda em relação ao Quadro 05, tem-se que o Problema 1 relaciona-se à problemática de disponibilidade e consumo de água, enquanto que o Problema 2 ao tratamento de água para o consumo doméstico e poluição hídrica. Conforme tratado na fundamentação teórica deste ensaio, Pozo e Crespo (1998) classificam os problemas em qualitativos ou quantitativos (bem como em pequenas pesquisas). Estes se diferenciam, pois os problemas qualitativos são resolvidos pelos alunos 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 a resolução baseada em cálculo matemático, utilização de fórmulas e comparação de dados (POZO; CRESPO, 1998). Sendo assim, ambos os problemas aqui tratados apresentam características quantitativas e qualitativas, com ênfase quantitativa no Problema 1 e qualitativa no Problema 2.

A realização da experimentação proposta segue premissas da AEP, em que 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. Assim, a realização de experimento busca a solução de uma questão (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018). E, no que tange ao problema proposto, tem-se que:

Na perspectiva de uma AEP, o próprio problema apresentado pode despertar no aluno 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, 2017, p. 178).

Neste sentido, Silva, Moura e Del Pino (2017) destacam que a AEP pode despertar nos alunos o interesse por temáticas científicas, uma vez que estas apresentam-se 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 realizadas pelos alunos apresentam potencial relevância para seu processo de aprendizagem.

Considerando o eixo teórico constituinte da AEP, apresenta-se no Quadro 6 o planejamento da atividade experimental, a qual envolve conceitos de misturas e processos de separação de misturas.

Quadro 6: Planejamento da AEP.

Título
Separação de misturas heterogêneas

Fundamentação teórica
<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 <i>fase</i>. A palavra fase tem sua origem do grego <i>phasis</i>, cujo significado é aparência ou aspecto visual (REIS, 2013). Neste sentido, 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 uma fase. Porém, se aparência e propriedades são diferentes em pontos da mistura, esta apresenta mais de uma fase (REIS, 2013). De acordo com o número de fases, as misturas podem classificadas como <i>homogêneas</i> ou <i>heterogêneas</i>. Misturas são homogêneas quando a olho nu apresentam uma única fase, apresentando um 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. Nestes 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 <i>tamisação</i> ou <i>peneiração</i> é um processo utilizado para separação de misturas heterogêneas sólido/sólido, devido a 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 é utilizado procedimentos de destilação fracionada; para a 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 <i>evaporação</i> (PERUZZO; CANTO, 2010; REIS, 2013; NOVAIS; ANTUNES, 2016; LISBOA et al, 2016).</p>
Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • 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 (opcional).
Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> • Água; • Óleo de soja; • Areia; • Brita; • Limalha de ferro.
Problema Proposto
<p>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</p>

areia, brita, limalha de ferro e óleos, e para evitar a poluição de meios aquáticos não pode ser lançada diretamente ao meio ambiente. Neste sentido, necessita-se a implantação de processos que possibilitem a separação destes resíduos da água. Quais os procedimentos que poderiam ser utilizados para retirar estes resíduos da água, recuperando-os, isoladamente, ao final do processo?

Objetivo Experimental

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

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 de todos 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.

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 esta mistura produzida? 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.

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: própria.

Em relação à AEP proposta, tem-se que o problema apresenta relações com a temática ambiental, mais especificamente, com a poluição hídrica. Desta forma, objetivou-se aproximações com as atividades anteriormente desenvolvidas na sequência didática, assim como se contextualizar o problema 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. Neste sentido, 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 que tange ao objetivo experimental, sugere-se a produção de misturas heterogêneas e a realização de processos de separação destas misturas. Assim, estas atividades experimentais podem produzir resultados relacionados à resolução do problema, utilizando um roteiro simplificado que propicia a possibilidade adaptações e escolhas procedimentais, buscando-se estar em consonância com Silva, Moura e Del Pino (2017, p. 183), em que 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 alunos para a produção de uma mistura heterogênea cujos componentes coincidem 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, mas modificáveis pelos alunos e professor (SILVA; MOURA, 2018).

Segundo Silva, Moura e Del Pino (2017), a proposição de questões complementares torna-se conveniente, sendo estas vinculadas ao tratamento experimental e aos seus dados interpretados, mas propiciando o desenvolvimento de uma pesquisa teórica. Assim, as questões complementares 1 e 2 vinculam-se diretamente ao experimento; a primeira, problematizando os procedimentos adotados, visando à separação de misturas, a segunda, objetivando a reflexão acerca da relevância do experimento para a resolução do problema proposto. A questão 3 relaciona-se à possibilidade de diferentes itinerários para a realização da atividade experimental. Por fim, a questão 4 visa uma transposição dos conceitos relativos ao experimento a outros cenários, provocando a introdução de procedimentos diferentes aos propostos nas diretrizes metodológicas.

No que tange as aproximações entre a experimentação e a Resolução de Problemas, nos moldes tratados neste trabalho, objetivaram-se correlações em dois aspectos distintos: o primeiro contemplando a temática presente nos problemas teóricos e na experimentação, enquanto que o segundo abrange ao desencadeamento do experimento a partir da proposição de um problema teórico.

No primeiro aspecto, utilizou-se da temática relativa à água como elemento para correlação entre problemas e experimentação, em um formato de sequência didática. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a utilização de temáticas ambientais é citada na articulação de aspectos sociocientíficos a conteúdos e conceitos disciplinares (BRASIL, 2006). 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 pela experimentação de processos de separação de misturas, com problemática relativa a poluição hídrica. Neste sentido, busca-se propiciar o engajamento dos alunos por meio de atividades sequenciadas, a partir do contexto real do consumo de água, passando a um contexto local do tratamento de água e poluição, chegando ao cenário fictício envolvendo o tratamento de resíduos relativos à poluição de águas.

Em relação ao segundo aspecto relacional entre Resolução de Problemas e experimentação, utilizou-se a Atividade Experimental Problematizada como estratégia didático-pedagógica. Vincula-se à AEP a articulação entre experimentação e Resolução de Problemas pretendida neste trabalho 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). O problema, no contexto da AEP, consiste em uma situação em que o processo de solução incentiva à procura por ações experimentais adaptáveis a diferentes realidades, as quais possibilitam a geração de dados que podem conduzir a uma perspectiva de solução (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018). Corroborar-se com o exposto por argumentos de Echeverría e Pozo (1998), em que um problema é entendido como uma situação em que não dispomos de mecanismos imediatos de solução sem que ocorra um processo de reflexão ou tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos.

A AEP apresenta o problema em sua origem, ou seja, propõe-se a experimentação a partir da demarcação do problema (SILVA; MOURA, 2018). Assim, para o problema se busca uma possibilidade de solução por meio do uso metodológico da experimentação (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020), observando-se característica semelhante em problemas classificados como pequenas pesquisas, cujos alunos 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).

Entretanto, cabe ressaltar que os problemas presentes neste trabalho demandam a proposição do professor, fato que apresenta relativa limitação em relação ao exposto na BNCC, em que uma das ações citadas ao processo investigativo abrange “[...] analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações” (BRASIL, 2017, p. 323). Assim, sugere-se na BNCC a relevância da participação dos alunos na elaboração de problemas no contexto do Ensino de Ciências. Em relação à experimentação, nos moldes aqui propostos, tem-se a pertinência de uma atuação do professor como orientador, de forma a evitar que as

diretrizes propostas, as quais configuram-se como orientações simplificadas previamente sugeridas, sejam interpretadas como imposições procedimentais.

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. Ao se tratar de metodologias costumazes 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, à título de exemplificação, foram propostas 5 aulas, circunscritas às metodologias referenciadas, aqui detalhadas, a partir da aplicação das quais se poderão levantar argumentos para análise e novos planejamentos, com potenciais intervenções.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho, objetivou-se apresentar uma proposta de intervenção didática, com potencialidades de mediação em âmbito escolar. Embora considerando-se que implementações de propostas didáticas possam propiciar o desenvolvimento de elementos contributivos à formação dos sujeitos envolvidos, justifica-se a opção da realização somente da fase de proposição ao contexto relacionado a pandemia de COVID-19, em que escolas públicas e privadas mantêm atividades de ensino em modalidade à distância.

A proposta apresentada é destinada para a disciplina de Química e, apesar da diversidade de estratégias didáticas passíveis de utilização nesta componente curricular, optou-se pelo desenvolvimento de um planejamento abrangendo atividades de Resolução de Problemas e experimentação. Neste sentido, buscou-se desenvolver articulações teórico-metodológicas entre estas atividades, uma vez que os problemas propostos apresentam relações temáticas com a experimentação, assim como a articulação metodológica entre Resolução de Problemas e a experimentação se justifica, 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). Acredita-se, assim, que as atividades propostas possam estar em consonância com o exposto para o Ensino Médio na BNCC, em que a abordagem investigativa pode ser proporcionada por desafios ou problemas abertos e contextualizados, os quais estimulam soluções teóricas e/ou experimentais (BRASIL, 2017). Em relação à experimentação, vislumbra-se condizer com as OCN-EM, nas quais atividades práticas não devem restringirem-se aos procedimentos experimentais, mas permitir e incentivar momentos de discussão teórico/prática que auxiliem na compreensão conceitual (BRASIL, 2006), assim como com os PCNs, em que atividades práticas devem garantir o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes (BRASIL, 1998).

Ainda utilizando como referência a BNCC, tem-se, em relação ao Ensino Fundamental, entre outros aspectos, a necessidade de emprego de situações de aprendizagem que possibilitem os alunos a definir problemas, analisar e representar resultados, comunicar conclusões e propor intervenções (BRASIL, 2017). De forma análoga, no Ensino Médio prevê a aproximação dos alunos a procedimentos genuinamente de natureza científica, tais 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 (BRASIL, 2017). De forma semelhante, Zompêro e Laburú (2010) citam que em um trabalho por meio da investigação os alunos levantam hipóteses a partir de um problema, desenvolvem a atividade por pesquisa bibliográfica ou de modo prático, e que, quando por experimentos, realizam registros, analisam dados e desenvolvem uma conclusão.

Aproximações com algumas destas ações – realizar atividades experimentais, identificar informações ou variáveis relevantes, analisar e representar resultados, elaborar argumentos e explicações, comunicar conclusões – podem ser efetivadas por meio da AEP. Em seu eixo metodológico, entre outros aspectos, tem-se na organização/desenvolvimento da atividade experimental a proposição do problema, a ocorrência de levantamento de hipóteses emergentes dos conhecimentos prévios e contributivas às vias de solução do problema, a realização do experimento a partir da interpretação da AEP e o registro de informações e observações; no retorno ao grupo de trabalho, os alunos ordenam os registros que consideram pertinentes, ocorrendo o tratamento dos dados/informações para uma solução ao problema, capaz de produzir convencimento por meio da logicidade argumentativa que poderá apresentar; a socialização objetiva o diálogo entre os diferentes grupos de trabalho, ocorrendo a troca de ideias acerca dos procedimentos, concepções de “erros” e “acertos” experimentais e perspectivas de explicação teórica qualificada para a solução do problema (SILVA; MOURA, 2018; SILVA; MOURA; NOGARA, 2020).

Destaca-se ainda o momento da discussão prévia, em que se objetiva identificar os conhecimentos anteriores dos alunos e, a partir deles, introduzir os fundamentos científicos teóricos orientares para as próximas etapas da atividade. Na etapa da *sistematização*, que visa sistematizar o registro das conclusões relativas a uma possível solução ao problema proposto, podendo ser efetivada por meio de produção textual a partir do conhecimento produzido, das informações tratadas e coletadas, de questões orientadoras e dos elementos derivados de pesquisas teóricas, prevê-se o fechamento momentâneo da atividade (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2018).

No que tange aos problemas e ao experimento didático propostos, atividades *foco* deste trabalho, buscou-se um desenvolvimento partindo de um contexto considerado próximo – o consumo de água e formas de redução deste consumo residencial –, para um contexto local – tratamento e fornecimento de água potável no município, poluição hídrica e formas de minimização desta poluição –, e, por fim, um contexto fictício – tratamento de resíduos – por meio sucessivamente do Problema 01, Problema 02 e AEP. Em relação à estrutura das atividades, tem-se que os problemas propostos não predefinem os procedimentos para resolução. Evidencia-se esta observação ao fato dos problemas 1 e 2 não sugerirem, de forma rígida, itinerários para resolução e a atividade experimental apresentar diretrizes que propõe procedimentos laboratoriais expressos de forma simplificada, sendo que os alunos poderão refletir à viabilidade, necessidade e sequenciação de utilização. Assim, objetivou-se um processo de engajamento dos alunos na sequência proposta.

REFERÊNCIAS

BASSOLI, Fernanda. 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. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, DF: Ministério de Educação, Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF: Ministério de Educação, 2000.

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

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

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

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

ECHEVERRÍA, María Del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. IN: POZO, Juan Ignacio. (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Falta de acesso à água afeta bilhões e provoca aumento de conflitos no mundo, diz relatório da ONU. Disponível em: < <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/18/falta-de-acesso-a-agua-afeta-bilhoes-e-provoca-aumento-de-conflitos-no-mundo-diz-relatorio-da-onu.ghtml> >. Acesso em: 07/04/2021

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rudney.; OLIVEIRA, Ricardo Castro de. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni de; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio Peres. 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, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Rio de Janeiro: Atlas, 2017.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. A construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas. *In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2003, Baurú.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. 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.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LISBOA, Júlio Cezar Foschini *et al.* **Ser Protagonista: Química**, 1º ano. São Paulo, Edições SM, 2016.

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

MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; MÓL, Gerson de Souza. Experimentando Química com segurança. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 57-60, 2008

MALHEIRO, João Manoel da Silva. Atividades experimentais no Ensino de Ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciência**, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016.

MARTINS, Daniel de Garçon. **Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas articulada à Atividade Experimental Problematizada: Ensino de Química no contexto CTSA do sódio**. 2009. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) - Instituto Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede Nacional, Vila Velha, 2020.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. **Vivá: Química**. Curitiba: Aprende Brasil, 2016.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. Química geral e inorgânica, volume 1. São Paulo: Moderna, 2010.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano**. Química geral e inorgânica, volume 2. São Paulo: Moderna, 2010.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. IN: POZO, Juan Ignacio (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

REIS, Martha. **Química**. 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, Lúcia Helena. 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, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. Campinas: Autores associados, 2011.

SILVA, André Luís Silva da Silva; MOURA, Paulo Rogério Gardez de; DEL PINO, José Cláudio. 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, 2017.

SILVA, André Luís Silva da Silva; MOURA, Paulo Rogério Gardez de. **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP)**. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SILVA, André Luís Silva da Silva; MOURA, Paulo Rogério Gardez de; DEL PINO, José Cláudio. Subsídios pedagógicos e epistemológicos da Atividade Experimental Problematizada (AEP). **Revelli**, v.10, n. 4, p. 41-66, 2018.

SILVA, André Luís Silva da Silva; MOURA, Paulo Rogério Gardez 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, 2020.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. 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, Lenir Basso; UHMANN, Rosangela Inês Matos. 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, Salvador.

ZOMPERO, Andréia de Freitas ; LABURÚ, Carlos Eduardo. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

APÊNDICE A - Planos de Aula

IDENTIFICAÇÃO

Escola:
 Disciplina/Seriação:
 Carga horária:
 Acadêmico:
 Professor Titular:

PLANEJAMENTO/SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- **AULA 01**

PLANO DE AULA
TÍTULO: Apresentação do projeto de atividade
OBJETIVOS
GERAL Promover a apresentação do projeto a ser executado com a turma e introdução da temática.
ESPECÍFICOS Desenvolvimento, por parte dos alunos: <ul style="list-style-type: none"> - de apropriações sobre o projeto a ser desenvolvido; - de reflexões acerca da temática por meio de leitura, discussões e argumentações; - de engajamento, a partir da temática, às atividades seguintes.
CONTEÚDOS
Consumo de água
METODOLOGIA DE ENSINO
1º momento: apresentação entre pesquisador e turma envolvida com o projeto. 2º momento: apresentação da temática a partir do texto: <ul style="list-style-type: none"> - Falta de acesso à água afeta bilhões e provoca aumento de conflitos no mundo, diz relatório da ONU. Disponível em: < https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/18/falta-de-acesso-a-agua-afeta-bilhoes-e-provoca-aumento-de-conflitos-no-mundo-diz-relatorio-da-onu.ghtml >. Acesso em: 12/04/2021. 3º momento: leitura e discussão de texto acerca da temática.
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
- Interação durante a leitura e discussão do texto.
RECURSOS NECESSÁRIOS
- Textos impressos.
REFERÊNCIAS

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

Falta de acesso à água afeta bilhões e provoca aumento de conflitos no mundo, diz relatório da ONU. disponível em: < <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/18/falta-de-acesso-a-agua-afeta-bilhoes-e-provoca-aumento-de-conflitos-no-mundo-diz-relatorio-da-onu.ghtml> >. acesso em:

- **AULA 02**

PLANO DE AULA

TÍTULO: Proposição de problema

OBJETIVOS

GERAL

Participação dos alunos em atividade de Resolução de Problemas.

ESPECÍFICOS

Desenvolvimento, por parte dos alunos:

- de estratégias para resolução de problemas;
- de trabalho colaborativo e coletivo;
- da autonomia por meio de tarefas extraclasse.

CONTEÚDOS

Consumo de água

METODOLOGIA DE ENSINO

1º momento: proposição de atividade de resolução de problema.

2º momento: organização dos grupos de trabalho.

3º momento: apresentação do problema (Quadro 01).

Quadro 01: problema proposto.

Investigando o consumo de água

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. Neste sentido, estima-se que de cada 1000 litros de água apenas, aproximadamente, 6 litros estejam potencialmente disponíveis para a utilização humana. Considerando a utilização de água, a agricultura consome 69% da água disponível, a indústria 23% e apenas 8% destina-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 um bom uso doméstico deste recurso natural. Mas você sabe quantos litros de água utiliza diariamente? Para responder 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.

Um uso doméstico consciente da água pode propiciar a preservação deste recurso natural, assim como uma possível redução em faturas a serem pagas. Assim, temos benefícios ao meio ambiente e ao orçamento familiar. Entretanto, para isso, torna-se indispensável reduzir o consumo de água na residência. Refletindo sobre os aspectos citados, quais as estratégias que podemos utilizar para reduzir o consumo de água? Para responder esta questão, organize formas de reduzir o consumo residencial de água, observando a manutenção das atividades e rotinas habituais.

4º momento: organização nos grupos de trabalho de estratégias preliminares para a resolução do problema.

5º momento (extraclasse): resolução da situação problemática.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- Organização na formação de grupos de trabalho;

- Participação durante a proposição de estratégias de resolução da situação problemática.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Material impresso, quadro, marcadores, Datashow, computador.

REFERÊNCIAS

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

• AULA 03

PLANO DE AULA

TÍTULO: Explicação da resolução do problema

OBJETIVOS

GERAL

Promover a explicação da resolução do problema.

ESPECÍFICOS

Que os alunos, por meio da explicação e discussão sobre as soluções do problema proposto, possam:

- desenvolvam/ampliem habilidades acerca de comunicação e argumentação de ideias, hipóteses, resultados, estratégias utilizadas;
- discutir as estratégias utilizadas e os resultados obtidos entre os grupos, assim como eventuais diferenças em resultados ou estratégias, refletindo sobre a possibilidade de diversidade destes frente a um mesmo problema;
- ampliar entendimentos acerca da possibilidade de diversas formas de resolução para um mesmo problema.

CONTEÚDOS

Consumo de água

METODOLOGIA DE ENSINO

1º momento: apresentação da resolução da situação problema, discutindo as estratégias utilizadas e os resultados obtidos.

2º momento: proposição de problema (Quadro 01).

Atividade realizada nos grupos de trabalho como tarefa extraclasse.

Quadro 01: atividade de pesquisa proposta.

Pesquisando sobre tratamento de água e de esgoto

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

<p>contaminação humana.</p> <p>Neste sentido, 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 tifóide, esquistossomose e malária. • Esgotamento sanitário adequado é fator que contribui para a eliminação de vetores da malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose e teníase. <p>(Adaptado de: Saneamento para Promoção da Saúde. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude. Acesso em: 07/03/2021).</p> <p>1) A partir do exposto, percebe-se a importância do fornecimento de água tratada para a promoção de melhorias na qualidade de saúde humana. 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 nosso município?</p> <p>2) A ocorrência da poluição hídrica pode causar prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Neste sentido, torna-se importante a diminuição deste tipo de poluição. Mas quais seriam as principais formas de poluição aquática de nosso município? Quais possíveis impactos ao meio ambiente elas poderiam ocasionar? Como poderíamos minimizar estas formas de poluição?</p>

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- Desenvoltura coletiva e individual durante a apresentação da resolução do problema;
- Participação durante a discussão acerca das estratégias e resultados da resolução da situação problemática.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Materiais impressos, quadro, marcadores Datashow, computador.

REFERÊNCIAS

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

• AULA 04

PLANO DE AULA

TÍTULO: Apresentação da resolução do problema, aula teórica sobre misturas e processos de separação de misturas.

OBJETIVOS

GERAL

Propiciar aos alunos a apresentação da resolução do problema proposto e apropriações de aspectos relativos a misturas e processos de separação de misturas.

ESPECÍFICOS

Que os alunos, por meio da explanação e discussão sobre as soluções do problema proposto, possam:

- desenvolver/ampliar habilidades acerca de comunicação e argumentação de ideias, hipóteses, resultados, estratégias utilizadas;
- discutir as estratégias utilizadas e os resultados obtidos entre os grupos, assim como eventuais diferenças em resultados ou estratégias, refletindo sobre a possibilidade de

diversidade destes frente a um mesmo problema;

- ampliar entendimentos acerca da possibilidade de diversas formas de resolução para um mesmo problema.

Que os alunos, a partir de aula teórica:

- apropriem-se de aspectos relativos a conceitos de processos de separação de misturas;
- construam de relações entre aspectos presentes na resolução de problemas e conceitos de misturas e processos de separação de misturas.

CONTEÚDOS

Tratamento de água e de esgoto doméstico, misturas homogêneas e misturas heterogêneas, processos de separação de misturas.

METODOLOGIA DE ENSINO

1º momento: apresentação e discussão sobre a resolução da situação problema

2º momento: aula teórica sobre misturas e processos de separação de misturas.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- Explanação da resolução do problema;
- Dados expostos na resolução do problema;
- Participação durante a aula teórica.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Materiais impressos, quadro, marcadores, Datashow, computador.

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. **Vivá:** Química, volume 1. Curitiba: Aprende Brasil, 2016. PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** Química geral e inorgânica, volume 1. São Paulo: Moderna, 2003.

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

• AULA 05

PLANO DE AULA

TÍTULO: Atividade experimental sobre separação de misturas heterogêneas

OBJETIVOS

GERAL

Proporcionar aos alunos a realização de atividade experimental sobre processos de separação de misturas.

ESPECÍFICOS

Desenvolvimento, por parte dos alunos:

- de apropriações acerca de processos de separação de misturas de forma prática;
- de habilidades relativas à utilização de materiais e vidrarias de laboratório;
- de habilidades de organizar coletivamente estratégias para separação de misturas;
- de discussões sobre aspectos relativos à experimentação, estratégias utilizadas e resultados

obtidos;
- produções escritas sobre a atividade experimental.

CONTEÚDOS

Processos de separação de misturas

METODOLOGIA DE ENSINO

1º momento: discussão sobre normas de segurança no laboratório.

2º momento: discussão *prévia* acerca de misturas homogêneas, misturas heterogêneas e processos de separação de misturas.

3º momento: *organização/desenvolvimento da atividade experimental* abrangendo a organização dos grupos de trabalho no laboratório e proposição da atividade experimental, pautada na AEP (Quadro 01).

Quadro 01: atividade de pesquisa proposta.

Título
Separação de misturas heterogêneas
Fundamentação teórica
<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 <i>fase</i>. A palavra fase tem sua origem do grego <i>phasis</i>, cujo significado é aparência ou aspecto visual (REIS, 2013). Neste sentido, 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 uma fase. Porém, se aparência e propriedades são diferentes em pontos da mistura, esta apresenta mais de uma fase (REIS, 2013). De acordo com o número de fases, as misturas podem classificadas como <i>homogêneas</i> ou <i>heterogêneas</i>. Misturas são homogêneas quando a olho nu apresentam uma única fase, apresentando um 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. Nestes 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 <i>tamisação</i> ou <i>peneiração</i> é um processo utilizado para separação de misturas heterogêneas sólido/sólido, devido a 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 é utilizado procedimentos de destilação fracionada; para a 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 <i>evaporação</i> (PERUZZO; CANTO, 2010; REIS, 2013; NOVAIS; ANTUNES, 2016; LISBOA et al; 2016).</p>
Materiais

- Suporte universal;
- Garra para funil;
- Argola;
- Funil de vidro;
- Papel filtro;
- Béquero;
- Vidro de relógio;
- Bastão de vidro;
- Funil de decantação;
- Imã;
- Espátula;
- Peneira;
- Proveta;
- Balança analítica.

Reagentes

- Água;
- Óleo de soja;
- Areia;
- Brita;
- Limalha de ferro.

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. Neste sentido, necessita-se a implantação de processos que possibilitem a separação destes resíduos da água. Quais os procedimentos que poderiam ser utilizados para retirar estes resíduos da água, recuperando-os, isoladamente, ao final do processo?

Objetivo Experimental

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

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 de todos os 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:

6) Filtração (mistura heterogênea sólido/líquido)

- f) Dobre o papel filtro adequadamente;
- g) Forme um cone com papel filtro e coloque-o no funil de vidro;
- h) Molhe o papel filtro com água;
- i) Utilizando uma argola, fixe o funil no suporte universal, posicionando-o acima de um béquer;
- j) Escoe a mistura, utilizando um bastão de vidro, para o funil.

7) Decantação (mistura heterogênea sólido/líquido)

- d) Coloque a mistura em um béquer;

- e) Aguarde a sedimentação da fase sólida;
f) Incline cuidadosamente o béquer que contém a mistura, escoando a fase líquida para outro béquer.
- 8) Decantação com funil de decantação (mistura heterogênea líquido/líquido)
g) Utilizando uma argola, fixe o funil de decantação no suporte universal, posicionando-o acima de um béquer;
h) Verifique se o funil de decantação está com a torneira fechada;
i) Coloque a mistura no funil de decantação;
j) Abra a torneira do funil de decantação, escoando a fase mais densa para o béquer;
k) Feche a torneira ao término do escoamento da fase mais densa;
l) Coloque a fase restante em outro béquer.
- 9) Tamisação (mistura heterogênea sólido/sólido)
c) Coloque a mistura em uma peneira;
d) Realize a separação das fases.
- 10) Separação magnética (mistura heterogênea sólido/sólido)
3) Coloque a mistura espalhada sobre um vidro de relógio;
4) Estabeleça contato da mistura com um ímã;
5) Coloque a limalha de ferro em um béquer.

Questões propostas

5. A sequência escolhida para a separação da mistura apresentou-se viável?
6. De que forma o experimento implicou para a resolução do problema proposto?
7. Seria possível propor outra sequência de processos de separação para esta mistura produzida? Se afirmativo, monte um esquema de sequência dos processos de separação de misturas envolvidos.
8. 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.

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. **Vivá: 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.

4º momento: *retorno ao grupo de trabalho* propiciando discussões entre os componentes de cada grupo a partir dos dados experimentais, visando a solução do problema proposto.

5º momento: *socialização* em grande grupo acerca das conclusões de cada grupo de trabalho.

6º momento: *sistematização* por meio da produção de relatório, segundo diretrizes apresentadas no Quadro 02:

Quadro 02: modelo de relatório.

Orientação para produção de relatório de atividade experimental

- Capa: deve estar presente os nomes: da escola, da atividade experimental, dos integrantes do grupo e da turma.

Nome da escola

Título da atividade experimental

Nomes dos integrantes do grupo
Turma

	Data	
		<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos: cita os principais objetivos da experimentação realizada. • Introdução/fundamentação teórica: apresentação dos conceitos ou conteúdos relacionados à experimentação. • Materiais e reagentes: listagem, em itens, de todos os materiais e reagentes utilizados pelo grupo na experimentação. Exemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Béquero; - Espátula; - Papel filtro; - Água. • Procedimento: descrição, preferencialmente em itens, do procedimento realizado. Exemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Colocamos a mistura em um funil de decantação; - Escoamos a fase inferior para um béquer; - Colocamos a fase não retirada do funil de decantação em outro béquer. • Resultados: descreve os resultados obtidos na experimentação. • Conclusões: <ul style="list-style-type: none"> - considerações do grupo acerca do experimento; - solução do problema proposto; - propostas para resolução das questões propostas.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- Estratégias desenvolvidas pelos alunos para separação das misturas;
- Comprometimento durante a atividade;
- Desenvoltura individual e coletiva durante a apresentação e discussão sobre a atividade experimental.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Canetas, quadro branco, material impresso, suporte universal, garra para funil, argola, funil de vidro, papel filtro, béquer, vidro de relógio, bastão de vidro, funil de decantação, imã, peneira, água, óleo de soja, areia, brita, limalha de ferro.

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. **Vivá: Química**, volume 1. Curitiba: Aprende Brasil, 2016.

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

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**, volume 2. São Paulo: Moderna, 2010.

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

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