

**EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA
SOBRE RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS NO ENSINO
DAS CIÊNCIAS: CONTEXTOS
DE INVESTIGAÇÕES**

Angela Fernandes Campos
Verônica Tavares Santos Batinga

EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA SOBRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: CONTEXTOS DE INVESTIGAÇÕES

Angela Fernandes Campos
Verônica Tavares Santos Batinga



Recife, 2022

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO – UPE

REITOR Prof. Dr. Pedro Henrique Falcão

VICE-REITORA Profa. Dra. Socorro Cavalcanti

EDITORA UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO – EDUPE

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Ademir Macedo do Nascimento
Profa. Dra. Ana Célia Oliveira dos Santos
Prof. Dr. André Luis da Mota Vilela
Prof. Dr. Belmiro do Egito
Profa. Dra. Danielle Christine Moura dos Santos
Prof. Dr. Emanuel Francisco Spósito Barreiros
Profa. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Prof. Dr. José Jacinto dos Santos Filho
Profa. Dra. Maria Luciana de Almeida
Prof. Dr. Mário Ribeiro dos Santos
Prof. Dr. Rodrigo Cappato de Araújo
Profa. Dra. Rosângela Estevão Alves Falcão
Profa. Dra. Sandra Simone Moraes de Araújo
Profa. Dra. Silvânia Núbia Chagas
Profa. Dra. Sinara Mônica Vitalino de Almeida
Profa. Dra. Virgínia Pereira da Silva de Ávila
Prof. Dr. Vladimir da Mota Silveira Filho
Prof. Dr. Waldemar Brandão Neto

GERENTE CIENTÍFICO Prof. Dr. Karl Schurster

COORDENADOR Prof. Dr. Carlos André Silva de Moura

CAPA E PROJETO GRÁFICO Danilo Catão

REVISÃO Os Autores

Este livro foi submetido à avaliação do Conselho Editorial da Universidade de Pernambuco.



Todos os direitos reservados.

É proibida a reprodução deste livro, ou de seus capítulos, para fins comerciais.
A referência às ideias e trechos deste livro deverá ser necessariamente feita com
atribuição de créditos aos autores e à EDUPE.

Esta obra ou os seus artigos expressam o ponto de vista dos autores e não a posição oficial
da Editora da Universidade de Pernambuco – EDUPE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Experiências de pesquisa sobre resolução de problemas no ensino
das ciências : [livro eletrônico] : contextos de investigações /
[organização] Angela Fernandes Campos, Verônica Tavares
Santos Batinga. -- Recife, PE : Editora Universidade de
Pernambuco, 2022.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-86413-64-9

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Ensino superior 3. Pesquisa I.
Campos, Angela Fernandes. II. Batinga, Verônica Tavares Santos.

22-102046

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino da Ciências : Pesquisa 507

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

APRESENTAÇÃO

Este e-book foi elaborado a partir de trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (NUPEABRP), certificado pelo CNPq, e vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e ao Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A descrição do NUPEABRP, de seus coordenadores e participantes encontram-se disponíveis no endereço <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/479797#recursosHumanos>. Os estudos especificamente sobre Resolução de Problemas articulados ao ensino de química podem ser visualizados por meio do *website* RPEQ - www.rpeq.ufrpe.br. No último capítulo deste e-book há um texto que aborda sobre a apresentação e discussão do processo de constituição e elaboração do RPEQ.

Nossa atuação na Licenciatura em Química possibilitou a orientação de trabalhos de estudantes de iniciação à pesquisa científica, por meio do PIBIC-CNPq-UFRPE. A vivência como professoras e pesquisadoras do PPGEC e mais recentemente, o PROFQUI, oportunizou a formação de recursos humanos, ou seja, doutores e mestres, para atuarem no ensino de ciências com metodologias de ensino alternativas ao ensino tradicional (transmissão-recepção). A experiência adquirida contribuiu para que fosse formado o NUPEABRP, anteriormente citado, que tem como objetivo contribuir para o aprofundamento de estudos, desenvolvimento de pesquisas, produtos educacionais e atividades de extensão, que envolvem temáticas sociocientíficas (QSC e CTS), seqüências didáticas, argumentação, ensino por investigação, jogos didáticos, cultura maker e a formação de professores com base na abordagem de resolução de problemas na perspectiva sócio-histórica-cultural, nas áreas de quí-

mica e ciências da natureza na educação básica e ensino superior. Os trabalhos desenvolvidos pelo grupo são divulgados na mídia social Instagram por meio do endereço @nupeabr e no *website* www.rpeq.ufrpe.br, supracitado.

O e-book traz uma seleção de artigos de pesquisa produzidos pelo grupo, que visam contribuir para o ensino de ciências e química e como ferramenta teórico-metodológica para a prática de professores e professoras de ciências acerca da abordagem de resolução de problemas no contexto da sala de aula de escolas e universidades.

A resolução de problemas pode ser compreendida como uma abordagem didática que possibilita a proposição e elaboração de diferentes tipos de problemas para introduzir conteúdos diversos e trabalhar a formação de conceitos em variados contextos de ensino e aprendizagem. Esta abordagem possibilita aos estudantes o desenvolvimento da autonomia, pensamento crítico, argumentação e da vivência de características da atividade científica, considerando as especificidades dos espaços escolar e acadêmico. Também potencializa a aprendizagem de conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais pela mediação de problemas que englobam temáticas socio-científicas, tecnológicas ou da realidade cotidiana.

A resolução de problemas na formação de professores de química vem sendo utilizada como estratégia didática no contexto escolar, e não há evidências de sua concretização como projeto curricular. A literatura da área mostra uma escassez de pesquisas sobre a resolução de problemas na formação de professores voltada para o ensino de química. Ainda, aponta para a urgência de atividades de divulgação científica para professores da educação básica e ensino superior, visando que eles se apropriem dos elementos teórico-metodológicos da abordagem de resolução de problemas e possam adotá-la em sua prática docente. Assim, este e-book visa contribuir no sentido que disponibiliza experiências de pesquisas que podem ser apropriadas por

docentes em diferentes níveis de ensino e, dependendo da situação, adaptá-las para seu contexto de trabalho.

Nos capítulos deste e-book consideramos que os termos resolução de problemas (RP), abordagem de resolução de problemas (ARP), aprendizagem baseada em problemas (ABP), ensino por situações-problema (SP), abordagem baseada em resolução de problemas (ABRP) e ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas (EABRP) apresentam significados similares. Eles surgem nos diversos capítulos, uma vez que são resultados de contextos de investigações que adotam diferentes referenciais teóricos.

Neste e-book apresentamos oito capítulos que versam sobre a abordagem de resolução de problemas organizados da seguinte forma: O capítulo 1 intitulado “O Problema no Ensino de Ciências: pensando sobre a sua Natureza, Características e condições para Elaboração e Resolução” traz um olhar voltado para pensar sobre a natureza da ciência atrelada a problemas como possibilidade de reflexão, estudo e vivências no contexto da escola e universidade. Nesse sentido, este texto apresenta alguns elementos ligados à natureza da ciência e sua aproximação com as conceituações de problemas e aspectos metodológicos relativos à elaboração e resolução de problemas no ensino de ciências.

No capítulo II “Análise das Percepções de Licenciandos de Química acerca do significado de Exercício e Problema” é apresentada uma discussão acerca das percepções de graduandos do 7º período do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição de Ensino Superior de Pernambuco quanto ao significado dos termos exercício e problema no âmbito escolar e acadêmico. Os resultados deste estudo apontam que os licenciandos classificam questões de livros didáticos de química como exercícios; demonstram uma noção sobre o significado do termo problema; não há uma clareza sobre as diferenças de significado dos termos problema e exercício, suas características e finalidades no processo de ensino e aprendizagem, por isso, eles apresentaram dificul-

dades para transformar enunciados de exercícios de química em problemas. A contribuição desta pesquisa indica a necessidade de introduzir a temática da abordagem de resolução de problemas na formação inicial e continuada de professores de química.

O capítulo III com o título “Análise da Resolução de Problemas sobre o Tema Fármacos Ansiolíticos” discorre acerca da introdução de problemas no desenvolvimento de uma sequência didática, que aborda um tema sociocientífico visando trabalhar a formação de conceitos químicos. A sequência foi planejada considerando os componentes (alunos, professor, conhecimento científico e mundo real) e as dimensões epistêmicas e pedagógicas sugeridos pela autora Méheut (2005) e os pressupostos da abordagem de resolução de problemas, sendo esta aplicada em uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Serra Talhada, Pernambuco. Este estudo mostra que o processo de resolução dos problemas, materializado nas atividades desenvolvidas pelos estudantes durante a sequência contribuíram para: a elaboração de hipóteses e estratégias de resolução; a compreensão sobre os efeitos colaterais causados pelos fármacos, as diferentes vias de administração de um fármaco, sua absorção e caminho percorrido no organismo, e os cuidados necessários quanto ao uso destes fármacos com prescrição médica.

No capítulo IV intitulado “Resolução de Problemas na abordagem de Reações Químicas articulada a Temática Conversão Catalítica” é proposta uma sequência didática pautada na abordagem por resolução de problemas (ABRP) para construção de conhecimento sobre o conteúdo de reações químicas, articulada a temática conversão catalítica em motocicletas, para estudantes do primeiro ano do ensino médio. Para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: elaboração do enunciado de um problema vinculado à temática reações químicas, elaboração de uma avaliação diagnóstica, elaboração de uma se-

quência de ensino e aprendizagem e construção de um instrumento de avaliação das percepções dos estudantes em relação à sequência didática proposta.

O capítulo V sobre “Abordagem de Ligação Metálica numa perspectiva de Ensino por Situação-problema” buscou avaliar a eficácia de uma estratégia didática pautada no ensino por situações-problema (SP) na abordagem de ligação metálica. Uma SP é uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. A aprendizagem, que constitui o objetivo da situação-problema acontece quando o obstáculo é transposto na realização da tarefa. Estudantes do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior participaram da pesquisa. A metodologia consistiu na: elaboração de uma SP sobre ligação metálica; intervenção didática com utilização de hipermídia, experimento sobre condução elétrica, vídeo sobre condução térmica; análise das respostas dos estudantes à SP a partir de categorias que contemplam os três níveis do conhecimento químico, teórico, representacional, fenomenológico. Os resultados evidenciaram a importância dos instrumentos utilizados e a maioria dos estudantes conseguiu responder a SP, sendo que alguns deles apresentaram dificuldade na representação da ligação metálica.

O capítulo VI com o título “Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa perspectiva de Ensino por Situação-problema, mostra inicialmente um panorama das pesquisas em educação química que retratam alguns problemas relacionados aos conceitos mistura, substância simples, composta e elemento químico. Por exemplo, substância simples como sendo sinônimo de elemento químico; ausência de um contexto histórico que justifique a ideia atual de substância simples, composta e elemento químico dentro de uma visão microscópica da matéria, entre outros. Essa realidade sugere a inserção de estratégias didáticas diferenciadas em sala de aula. Nesse sentido, foi elaborada e aplicada uma situação-problema (SP), relacionada com a temática agricultura e os

conceitos aqui mencionados, aos alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública de Recife-PE. Para responder a SP os alunos: discutiram um texto; manipularam estruturas químicas com miçangas e um jogo de palavras cruzadas. Eles demonstraram familiaridade com a temática, perceberam a relação dos conteúdos químicos com a mesma e participaram de forma satisfatória no processo de resolução da SP.

O capítulo VII denominado de “Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas: um Processo Formativo no Mestrado em Ensino das Ciências” objetiva identificar elementos da abordagem de resolução de problemas (RP) que emergem nas propostas didáticas (PD) produzidas pelos professores cursistas (áreas de Pedagogia, Química, Biologia e História) durante um processo formativo no contexto de uma disciplina do mestrado de uma Instituição de Ensino Superior de Pernambuco. Os resultados da pesquisa apontam que os problemas elaborados nas propostas dos professores são do tipo escolar qualitativo. Elementos do processo de elaboração de problemas foram identificados em três propostas didáticas analisadas: enunciados de problemas contextualizados, que buscam articular os aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e permitem a mobilização de concepções prévias e formulação de hipóteses pelos estudantes; presença de cenários fictícios e fatos. Foram identificadas etapas do processo de RP, como: delimitação do problema, investigação e trabalho colaborativo, argumentação, interpretação dos resultados; atividades e recursos didáticos presentes nas propostas didáticas dos professores. A avaliação continuada foi destacada nas PD1 e PD3 como forma adequada para avaliar a aprendizagem dos estudantes nesta abordagem. Por fim, a formação continuada sobre a abordagem de RP contribuiu para que os professores cursistas se apropriassem da elaboração de problemas reais, articulando as áreas de ciências da natureza e humanas, e a estruturar sequências didáticas interdisciplinares voltadas para

o ensino médio, incluindo aspectos metodológicos característicos deste tipo de abordagem.

O capítulo VIII, “Construção e avaliação de um *Website* para Divulgação Científica de Pesquisas sobre Resolução de Problemas no Ensino de Química” traz a proposição de um website sobre resolução de problemas no Ensino de Química (RPEQ) e posterior avaliação por professores do ensino médio. A coleta de dados foi realizada por meio de uma entrevista com os docentes do ensino médio. A análise mostrou que, de um modo geral, as opiniões apresentadas por eles a respeito do *website* RPEQ foram positivas e significativas. A maior parte deles declarou que o *website* RPEQ servirá como um apoio didático na preparação de suas aulas oportunizando o acesso a diversas situações problemáticas acerca de diferentes conteúdos químicos. Ainda, o website permitirá que os professores da educação básica tenham acesso ao conhecimento que está sendo discutido nas universidades. Com a criação do *website* contribuimos para minimizar as dificuldades apontadas pelos professores, sobretudo, em relação à falta de materiais publicados referentes a esta abordagem no ensino de química. Além disto, a atividade de divulgação científica, realizada nesta pesquisa também contribuiu para minimizar a problemática reportada na literatura no que tange a tímida divulgação científica realizada pelas universidades.

Finalmente, agradecemos a Deus pela oportunidade de crescer como ser humano e profissionalmente ao longo de nossa caminhada como professoras e pesquisadoras na área de ensino de ciências e química. Somos gratas pelo aprendizado e por podermos compartilhar de muitas e lindas vivências acadêmicas, histórias de vida no trabalho colaborativo em parceira com professores, professoras, estudantes de graduação, mestrado, doutorado e participantes que aceitaram colaborar com as pesquisas apresentadas neste e-book. Registramos também nossa gratidão a todos/as que fazem/fizeram parte do NUPEABRP e contribuem com a nossa trajetória profissional desenvolvida na

UFRPE. Aos futuros estudantes e profissionais que se identificarem com os nossos estudos sejam muito bem vindos.

Angela Fernandes Campos
Verônica Tavares Santos Batinga
Recife, 20 de novembro de 2021.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

O PROBLEMA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PENSANDO SOBRE A SUA NATUREZA, CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO	13
---	----

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS DE QUÍMICA ACERCA DO SIGNIFICADO DE EXERCÍCIO E PROBLEMA	25
--	----

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS SOBRE O TEMA FÁRMACOS ANSIOLÍTICOS	44
---	----

CAPÍTULO 4

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ABORDAGEM DE REAÇÕES QUÍMICAS ARTICULADA À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA	55
---	----

CAPÍTULO 5

ABORDAGEM DE LIGAÇÃO METÁLICA NUMA PERSPECTIVA DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA	95
---	----

CAPÍTULO 6

ABORDAGEM DOS CONCEITOS MISTURA, SUBSTÂNCIA SIMPLES, SUBSTÂNCIA COMPOSTA E ELEMENTO QUÍMICO NUMA PERSPECTIVA DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA	116
---	-----

CAPÍTULO 7

ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM PROCESSO FORMATIVO NO MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS	137
---	-----

CAPÍTULO 8

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM WEBSITE PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE PESQUISAS SOBRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA	163
---	-----

O PROBLEMA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PENSANDO SOBRE A SUA NATUREZA, CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO

Karla Maria Euzebio da Silva
Amanda Maria Vieira Mendes Sales
Maria Eduarda de Brito Cruz
Verônica Tavares Santos Batinga

A CIÊNCIA E O PROBLEMA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Pensar na noção de problema no Ensino das Ciências requer uma associação ao desenvolvimento e existência de diferentes concepções de ciência. Requer assumir na contemporaneidade que a ciência é aberta e, portanto, passível de alterações e novas interpretações. Há pelo menos cinco décadas a área de Ensino das Ciências considera a possibilidade de ensinar ciências fazendo ciências, aproximando-se dos processos de investigação dos cientistas, perpassando pela problematização, levantamento de hipóteses e coleta de dados, considerando as especificidades do contexto escolar.

Para Bachelard (1996) o conhecimento científico é produzido a partir de problemas, que não se apresentam por si mesmo, trata-se de uma construção proveniente de uma necessidade e/ou lacuna teórica e/ou prática. A problematização aparece, então, como um processo de delimitação, interpretação e

de levantamento de novas questões relativas à busca de compreensão e resolução dos problemas.

Cachapuz et al. (2005) trazem como uma das vertentes necessárias para a renovação da educação científica a superação de visões deformadas da ciência, a saber: visão descontextualizada, individualista e elitista, empírico-indutivista e ateuórica, rígida, aproblemática, ahistórica, exclusivamente analítica, acumulativa, linear. Para estes autores, essas visões podem ser observadas e emergir em processos de ensino e aprendizagem. Há, portanto, a necessidade de um estímulo para o desenvolvimento de atividades didáticas que permitam a discussão e superação dessas visões e, uma das possibilidades é a vivência de ciclos investigativos baseados em problemas.

Autores como Thouin (2004), ao propor diferentes problemas científicos e tecnológicos para crianças ressaltam a criatividade e a iniciativa que, de forma gradual podem levar a compreensão da natureza da ciência. Ele divide as proposições em atividades funcionais (as de estabelecimento das situações-problemas com forte teor empírico), a resolução de problemas (baseados em conflitos) e atividades de estruturação (de integração). Estas últimas também são baseadas em processos de indução, oposição, comparação e dedução. Nesse texto os termos situações-problema e problema apresentam o mesmo significado.

Thouin (2004) denomina e compreende por sequências problemáticas aquelas que começam pelas atividades funcionais, parte para a resolução de problemas e caminha em direção as de estruturação. As atividades funcionais por si só não podem constituir uma formação científica sólida e são consideradas como pré-atividades. Essa forma de enxergar os problemas pode se aproximar com os diferentes níveis de abertura da investigação (CARVALHO, 2013).

Capecchi (2013) infere que problematizar é superar o olhar do senso comum. Citando Freire esta autora traz o ato de criticizar a curiosidade ingê-

nua e critica a tradição do ensino voltada para o acúmulo de conteúdo. Como contraponto, ela defende a ciência como uma cultura construída socialmente com práticas e ferramentas culturais específicas, e que contempla a partilha de valores dos sujeitos. Em contextos educacionais faz-se necessária a criação de condições para a problematização, buscando a transição de uma curiosidade ingênua para uma curiosidade epistemológica. Nesse sentido, o problema precisa ser motivador e permitir a identificação de diferentes estratégias para sua investigação e resolução.

Cabe, portanto, uma tentativa de definição do termo problema que é por natureza polissêmico. Silva e Nuñez (2002) também trazem à tona que a asunção da ciência como criação humana, como atividade reflexiva, traz consigo a necessidade de contato dos estudantes com a natureza, observações, manipulações e reflexões. Assim, [...] “a ciência como atividade humana pode ser considerada um dos resultados da capacidade do homem de estrategicamente desenvolver habilidades de resolução de problemas” (SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1197). O ato de pensar pode ser equivalente ao de resolver problemas, já que, os sujeitos em reflexão precisam reconhecê-lo e solucioná-lo. O processo envolve diferentes ações e perpassa pela criatividade, investigação e produção do conhecimento científico.

Silva e Núñez, (2002) trazem à tona projetos das décadas de 60 e 70 em que a aprendizagem do método científico estava atrelada a ideia de ensino por descoberta em que os estudantes não tinham necessariamente uma visão clara, consciente e sistematizada do que estavam realizando por meio das atividades. Também na década de 70, o experimento visto com o objetivo de comprovar teoria se materializa por meio de seguir um roteiro experimental como uma receita de bolo. Na contramão a tais perspectivas e considerando os processos de construção da ciência, Silva e Núñez (2002) inferem que:

[...] o ensino de solução de problemas não se limita à aprendizagem de métodos ou a uma ilustração da teoria,

nem a uma aplicação exclusiva da teoria à solução de problemas; trata-se de dar um significado à aprendizagem, uma vez que a ciência é uma atividade teórico-experimental. Assim, os conceitos se ressignificam no próprio trabalho de solução de problemas por meio do trabalho experimental no laboratório (SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1199).

Nesse sentido, o problema pode associar teoria e prática e vice-versa, estimular a criatividade e mobilizar diferentes conhecimentos e habilidades. Martinez (1986) apud Silva e Núñez (2002) realiza uma aproximação do problema com o enfoque sócio-histórico e o materialismo dialético. Por exemplo, foca no caráter ativo da aprendizagem e nas contradições dialéticas que surgem no cenário de ensino como propulsoras da aprendizagem. As contradições possibilitam o avanço do pensamento e a busca por soluções, podendo as ações docentes e as atividades didáticas propostas despertar nos estudantes:

um estado psíquico de dificuldade intelectual, quando se apresenta uma tarefa que não pode ser explicada e/ou resolvida com os meios de que se dispõe. Esse estado psíquico, conhecido como situação-problema, deve caracterizar-se por ser a consequência de uma contradição dialética, que constitui o elo (meio) central do ensino problema como uma dificuldade, no sentido de não poder utilizar seus conhecimentos e procedimentos (SILVA e NÚÑEZ, 2002, p. 1199).

Para Cruz (2016) e Sales (2017) é importante diferenciar problema da ideia de exercício, que muitas vezes permeia o cotidiano escolar. No exercício, o enunciado já contém as informações necessárias para resolução e geralmente é menos complexo do ponto de vista cognitivo. Já o problema não possui uma resolução imediata e dá margem para diferentes estratégias de resolução. Batinga (2010) afirma que o problema precisa ser reconhecido pe-

los estudantes. Para isso, seu enunciado deve possuir relação com os seus conhecimentos prévios, despertar motivação e apresenta-se em um contexto de interesse dos alunos. Além disso, requer reflexão e tomada de decisão no processo de resolução. Visando estimular os professores a trabalhar com problemas em sala de aula de ciências discorreremos a seguir sobre seu processo de elaboração.

ASPECTOS METODOLÓGICOS DA ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS

De acordo com Leite e Afonso (2001) a organização do ensino baseado na resolução de problemas inicia-se em duas fases: Seleção do contexto e formulação do(s) problema(s).

1ª) Seleção do contexto: Esta fase é desenvolvida pelo docente. Diante dos problemas que se pretende abordar ou depois de identificar quais conteúdos deseja-se abordar, o docente escolhe um contexto/tema problemático que possibilite o surgimento dos problemas ou elabora problemas que permitam trabalhar os conteúdos pretendidos. Isto requer que o professor reúna materiais didáticos adequados ao nível dos discentes, quer sejam textos, vídeos, filmes, experimentos etc. O importante é que esses materiais apresentem desafios e questões que possam interessá-los. É fundamental que o professor busque se antecipar quanto às dificuldades que podem surgir para os alunos, desta forma, poderá prever se o contexto/tema escolhido para o problema está coerente com o público-alvo.

2ª) Formulação de problemas: Esta fase é trabalho do aluno e busca o aprofundamento do contexto problemático selecionado pelo docente. Os alunos expõem os problemas que lhes despertam interesse com relação ao contexto problemático/tema. Nesse momento, o professor atua como orientador, esclarecendo sobre os problemas formulados e buscando identificar junto com os estudantes quais serão delimitados para investigação e resolução. Em

seguida, o professor discute com os alunos a ordem em que os enunciados dos problemas delimitados serão resolvidos. A experiência do docente com o trabalho com problemas é de extrema relevância pra a tomada de decisões.

Na elaboração de problemas também se podem considerar os aspectos a seguir:

1) o nível de preparação e possibilidades dos estudantes (a situação problema e o problema não podem ser tão fáceis que não provoquem dificuldades, nem tão difíceis que fiquem fora do alcance cognoscitivo dos estudantes; de maneira que o problema se situe na “zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky”);

2) sua formulação deve refletir um caráter perspectivo, a fim de dirigir a atividade cognoscitiva na busca investigativa e deve ser dinâmica, refletindo as relações causais entre os processos estudados (SILVA e NÚÑEZ, 2002).

Em resumo, para Leite e Afonso (2001) o contexto/tema deve ter uma extensão adequada, ser potencialmente motivador, favorecer a elaboração de problemas pelos alunos e está adequado a sua à faixa etária. A seguir apresentamos alguns elementos que ajudarão aos professores a pensar na condução prática da resolução de problemas em aulas de ciências.

ASPECTOS METODOLÓGICOS DO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Em relação ao processo de resolução de problemas Silva e Núñez (2002) enfatizam que quando um aluno busca a definição de um problema ele avança para tomar consciência do conhecido e o não conhecido, delimitando-se o conteúdo do que ele ainda não sabe. A resolução de qualquer problema começa com sua delimitação, a compreensão do seu enunciado e de que se precisa buscar soluções. Assim, estes autores destacam a importância dos professo-

res orientar os estudantes sobre a necessidade de delimitar um problema, por ser uma das etapas que faz parte do processo de resolver problemas, e que pode contribuir para a sua resolução. Nesse sentido, concordamos com Batinga e Teixeira (2009) quando afirmam que:

A resolução de problemas envolve analisar situações, pensar estratégias para solucioná-las, buscar informações, testar hipóteses. Desse modo, quando o aluno se envolve com a resolução de problemas ele mobiliza conceitos, raciocina, pensa e desenvolve autonomia. Os PCN preconizam que o processo de escolarização deve estar a serviço da preparação dos alunos para a vida. Assim, é esperado que os professores façam uso de resolução de problemas em suas aulas (BATINGA e TEIXEIRA, 2009, p. 29).

Nessa perspectiva, a abordagem de ensino baseada na resolução de problemas leva em consideração aspectos da metodologia científica. Em outras palavras, tenta aproximar atividades e características do fazer científico no contexto escolar (CACHAPUZ et al., 2005), que contribui para que os estudantes possam desenvolver formas de pensamento e ação da prática científica (BATINGA, 2010).

A seguir elencamos algumas orientações que caracterizam o processo de resolução de problemas fundamentada em Gil Pérez; Martínez Torregrosa e Sement Pérez (1988) e adaptadas para o espaço da escola, especificamente pensando na disciplina de Ciências da Natureza:

- 1) Propor problemas oriundos de temas sociocientíficos que surgem das situações vividas pelos alunos em seu contexto social e natural através de um processo de problematização.
- 2) Favorecer a discussão e reflexão dos alunos sobre a relevância e o possível interesse em relação aos problemas apresentados.

- 3) Possibilitar análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender o problema proposto e formular perguntas que direcionem a busca de respostas.
- 4) Considerar a elaboração de hipóteses como uma atividade central da resolução de problemas, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento dos problemas e de tornar explícitas as concepções dos alunos.
- 5) Realizar as análises baseadas nas hipóteses elaboradas e fundamentadas teoricamente, evitando resultados carentes de significação científica.
- 6) Conceder atenção especial à elaboração de memórias científicas que reflitam o percurso adotado na busca de respostas para o problema, ressaltando o papel da comunicação e do debate durante a resolução de problemas.
- 7) Enfatizar a dimensão coletiva da estratégia de resolução de problemas, por meio da socialização do conhecimento produzido privilegiando a interação entre o professor e alunos e alunos-alunos nos grupos de trabalho (BATINGA e TEIXEIRA, 2014, adaptado de Gil Pérez; Martinez Torregrosa e Sement Pérez, 1988).

Com relação aos processos de resolução de problemas não há um consenso entre os autores (SOARES, et. al. 2007). Pozo e Postigo (1993) apontam cinco passos para resolver um problema: adquirir nova informação; interpretá-la; analisá-la e inferir sobre as mesmas; compreender e avaliar os resultados obtidos.

Enquanto Polya (1965) discorre sobre quatro passos para resolver um problema: 1. Identificar o problema; 2. Conceber um plano para sua resolução; 3. Efetivar o plano; 4. Analisar a execução do plano articulado a solução obtida.

Perales Palacios (1993) menciona que para solucionar um problema é necessário levar em consideração algumas variáveis que podem interferir no

processo de resolução do problema, como: a natureza do problema, o que implica em analisar a estrutura, a linguagem, e a complexidade, o tipo de problema (POZO e GOMÉZ CRESPO, 1998), se é real, fictício, escolar (qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas), dentre outros; o contexto de resolução (se permite investigação, consulta ou não a fontes de informações, tempo disponibilizado para a resolução, realização de atividades didática); as variáveis inerentes ao solucionador do problema, como conhecimento teórico, criatividade, habilidades cognitivas, expectativas, idade, sexo, atitude, se a etapa de resolução será individual ou em grupos.

Carvalho (2013) por meio da implementação de Sequências de Ensino Investigativa (SEI) baseada no Ensino por Investigação propõe que é preciso considerar o problema, a sua relação com conteúdos e conceitos científicos, as atividades de sistematização do conhecimento (individualmente e coletivamente), geralmente visando a passagem da ação manipulativa do estudante para a intelectual no processo de construção do conhecimento. Para finalizar apresentamos uma síntese do que foi discutido sobre a noção de problema no ensino de ciências, lançando um convite aos professores a trabalhar com a resolução de problemas no espaço escolar.

VAMOS ENTÃO TRABALHAR PROBLEMAS NAS AULAS DE CIÊNCIAS?

A partir da discussão apresentada consideramos que para trabalhar com problemas é importante trazer à tona uma concepção de ciência mais aberta e contemporânea. Destacamos que nosso foco centra-se em problemas contextualizados ligados ou não a perspectiva da investigação e/ou experimentação, mas que sejam desafiadores e mobilizem os estudantes para o aprendizado. Nessa direção é interessante que os problemas apresentem uma forte relação com o cotidiano dos estudantes.

Inferimos que as vantagens associadas à utilização de problemas são muitas e próximas aos objetivos do Ensino das Ciências para as séries iniciais do Ensino Fundamental e outros níveis da Educação Básica, uma vez que permite aos docentes e estudantes em conjunto estruturarem questões que considerem o interesse e realidade dos estudantes. Os problemas têm a finalidade de abordar diferentes tipos de conteúdos, aproximar e desenvolver características do pensar e fazer científico na escola.

Para elaboração de problemas foram tecidas considerações referentes aos critérios e condições, bem como, sobre os aspectos relevantes durante o processo de resolução pelos discentes com a mediação do docente. Ressaltamos que a apropriação, elaboração e abordagem de problemas é um processo gradual que irá se aprofundando durante a formação inicial, continuada e, sobretudo, na prática docente em sala de aula.

É interessante ratificar que o problema dialoga com diferentes perspectivas teórico-metodológicas voltadas para o ensino e aprendizagem, como a Resolução de Problemas, o Ensino por Investigação, o Design Thinking e a Cultura Maker. Então, fica o convite. Vamos considerar o trabalho com problemas nas aulas de ciências? Antes, portanto, é preciso exercitar um olhar para a nossa realidade, um olhar curioso e problematizador acerca do ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro, Contraponto, 1996. 316 p.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: Análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia.** Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. 24-52, 2014.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. O que pensam os professores de Química do Ensino Médio sobre o conceito de problema e exercício. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 7., 2009, Santa Catarina: **Atas...** Santa Catarina: Florianópolis, 2009.

BATINGA, V. T. S. **A abordagem de resolução de problemas por professores de química do Ensino Médio: um estudo sobre o conteúdo de estequiometria.** 278 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

CACHAPUZ, A; GIL-PÉREZ, D; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação no ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005: 263 p.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. P.21-39.

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CRUZ, M. E. B. **Sequência didática sobre fármacos ansiolíticos baseada na abordagem de resolução de problemas: análise a partir de aspectos da teoria da atividade de Leontiev.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2016.164f.

GIL PERÉZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; SENENT PEREZ, F. El fracasso en La resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.2, p. 131-146, 1988.

LEITE, L.; AFONSO, A.S; Aprendizagem baseada na resolução de problemas: características, organização e supervisão. Universidade de Minho. **Boletín das Ciências.** Editora: Ensinantes de Ciencias de Galicia (ENCIGA), novembro, 2001.

PERALES PALACIOS, F.J. La resolución de problemas: una revisión estructurada. **Enseñanza de las ciencias**, vol. 11, n.2, p.170-178, 1993.

POLYA, G. **Cómo plantear y resolver problemas**. Trad. Espanhola. México: Trilhas, 1965.

POZO, J. I. (Org.); GOMÉZ CRESPO, M. A. A solução de problemas nas ciências da natureza. In: **A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J.L.; POSTIGO, Y. Las estrategias de aprendizagem como contenido del currículo. In: MORENO, C. (Ed.) **Estratégias de aprendizagem: processos, contenidos e intêracción**. Barcelona: Domenech, 1993.

SALES, A. M. V. M. **A resolução de problemas na formação inicial de professores de Química**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2017. 152f.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6b, p. 1197- 1203, 2002.

SOARES, B. A.; CAVALIERI, A. M. A. P.; TEIXEIRA, T. C. C. C.; GARCIA, T. C. As concepções implícitas de professores acerca da resolução de problemas. **Psicologia para América Latina**, n.9, abr. p.1-16, 2007.

THOUIN, M. **Resolução de problemas científicos e tecnológicos nos ensinios pré-escola e básico 1º ciclo**. Coleção horizontes pedagógicos. Éditions MultiMondes, 2004.

ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS DE QUÍMICA ACERCA DO SIGNIFICADO DE EXERCÍCIO E PROBLEMA

Amanda Maria Vieira Mendes Sales

Verônica Tavares Santos Batinga

INTRODUÇÃO

O Parecer do Conselho Nacional de Educação nº 2/2015 que aprova as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica (BRASIL, 2015), traz contribuições relevantes para o cumprimento da Lei 13.005/2014 que lança o Plano Nacional da Educação (PNE). Nesse sentido, constata-se que, as formações iniciais e continuadas devem garantir qualidade para a formação docente:

[...] por meio de visão ampla do processo formativo e seus diferentes ritmos, tempos e espaços, [...] possibilitando as condições para o exercício do pensamento crítico, a **resolução de problemas**, o trabalho coletivo e interdisciplinar, a criatividade, a inovação, a liderança e a autonomia (BRASIL, 2015).

As metas previstas no PNE (BRASIL, 2014) para a melhoria das políticas educacionais do Brasil envolvem as instituições educacionais de todos os níveis e, em particular, o nível superior, a fim de que os princípios básicos des-

te plano, a saber, a universalização e a qualidade da educação; bem como os direitos a aprendizagem e desenvolvimento, colocados de maneira explícita nos catorze pontos discutidos pelo Grupo de Trabalho sobre Direitos à Aprendizagem e ao Desenvolvimento (GT-DIAD) (DRUCK e BARRA, 2018), sejam assegurados.

O 11º direito elencado pelo GT-DiAD trata sobre a “autonomia frente a situações problema”, isto é, “vivenciar diferentes estratégias de solução de problemas por meio de práticas investigativas, questionando a realidade, criando e validando soluções, realizando trabalho de campo [...]” (DRUCK e BARRA, 2018, p. 72).

Pesquisas na área de Didática das Ciências têm evidenciado essas novas demandas formativas, e para que sejam supridas é necessário investir em processos educativos que estimulem a participação ativa dos sujeitos e possibilite o desenvolvimento cognitivo e social. Para isso, é essencial que os processos formativos fomentem o uso de abordagens didáticas que favoreçam tais competências, por exemplo, o Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (EABRP) (LEITE *et al.*, 2018).

O EABRP busca promover a formulação de hipóteses e estratégias de resolução, a prática reflexiva, a tomada de decisão, a argumentação, a autonomia e o pensamento crítico, quando desenvolvido para abordar conteúdos científicos no contexto acadêmico e escolar (BATINGA, 2010; VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012). Essa abordagem corrobora com o desenvolvendo de competências necessárias para exercer a cidadania como sugere a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a educação básica: “os estudantes devem aprender na Educação Básica, o que inclui tanto os saberes quanto a capacidade de mobilizá-los e aplicá-los para resolver problemas” (BRASIL, 2018, p.12).

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe o aprofundamento conceitual e a resolução de problemas diversificados, que

possibilitem aos estudantes fazer uso de modelos com nível de abstração mais elevado, e que apresentem contextos amplos e complexos (BRASIL, 2018).

Gonzáles e Del Valle (2018) defendem que os problemas devem ser oriundos do contexto dos alunos, o que eles chamam de problemas reais ou autênticos. O EABRP centra-se na aprendizagem do aluno, ao torná-lo protagonista desse processo, em outras palavras, é preciso introduzir os alunos em atividades que propiciem sua participação na construção do seu próprio conhecimento. Nesse sentido, o papel do professor é o de mediador do ensino e aprendizagem.

A palavra problema é polissêmica e comumente é utilizada de forma indiscriminada no contexto escolar, por exemplo, sem distingui-la de exercício. Contudo, na Didática das Ciências, problema é uma situação que o sujeito precisa resolver, entretanto, não dispõe de uma resolução imediata, precisando elaborar estratégias que levem a solução, consultar fontes de informações, realizar reflexão e análise crítica para apresentar uma solução coerente e adequada (GONZÁLES e DEL VALLE, 2018; POZO, 1998; LOPES, 1994).

Para Gonçalves, Mosquera e Segura (2007), problema é uma situação que requer uma explicação coerente para um contexto determinado, permitindo estratégias distintas e soluções variadas para resolvê-lo. Enquanto que para Nuñez *et al.* (2004) e Meirieu (1998) problema é tratado como um enunciado que envolve um obstáculo que precisa ser superado pelo estudante para ocorrer a aprendizagem. Para Perrenoud e Thurler (2002) problema é um enunciado que implica na mobilização de competências cognitivas e afetivas que auxiliam na tomada de decisão e atitudes.

Exercício, segundo Pozo (1998) e Lopes (1994), é uma situação que requer dos alunos o uso de técnicas já conhecidas para chegar a uma solução, portanto, são habilidades automatizadas que resultam em respostas objetivas e imediatas, priorizando a memorização de algoritmos, equações, fórmulas e regras. Geralmente são usados para operacionalizar um conceito ou exem-

plificar um conteúdo. Apresentam em seu enunciado todos os dados e informações necessárias para a resolução, que resulta num investimento mínimo de recursos cognitivos. O quadro 1 elucida características e diferenças entre exercício e problema.

Quadro 1: Características e diferenças entre Exercícios e Problemas.

Exercício	Problema
Presença de dados explícitos e orientações no enunciado para solução.	Pouco ou nenhum dado explícito no enunciado que seja necessário para resolvê-lo
Enunciado objetivo.	Enunciado subjetivo
Utiliza técnicas para alcançar uma solução.	Exige o uso de estratégias de resolução
Prioriza o aspecto quantitativo sem que haja a tomada de decisão.	Prioriza o aspecto qualitativo (reflexão e compreensão do contexto) antes da manipulação das informações numéricas ou não.
Desenvolve técnicas automatizadas.	Recorre a conhecimentos prévios do sujeito.
Existe apenas uma solução correta.	Existem várias respostas ou resolução mais adequada.

Fonte: POZO (1998) e LOPES (1994).

Nesse estudo adotamos o conceito de problema: situação que o sujeito/grupo precisa resolver, mas não dispõe de uma resolução imediata. Para resolvê-la o sujeito/grupo vivencia processos de reflexão, elaboração de estratégias e análise crítica para obter soluções coerentes e adequadas ao contexto do problema. O problema deve apresentar várias possibilidades de estratégias e respostas e relacionar-se com o contexto do aluno. O reconhecimento da situação como problema depende do interesse e concepções prévias dos sujeitos. Assim, um enunciado pode ser identificado como um problema, ou não, para certo sujeito/grupo, o que dependerá do contexto de suas vivências (BATINGA, 2010; LOPES, 1994).

No processo de elaboração de problemas é fundamental considerar suas características: tipologia, grau de complexidade, possibilidade de reconhecimento do problema pelo estudante, enunciado contextualizado, motivação e/ou interesse despertado pelo contexto, vínculos com o cotidiano dos alunos e/ou com aspectos sociocientíficos envolvendo relações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), ter a possibilidade de ser resolvido usando estratégias diversas e adequadas (FREIRE e SILVA, 2013; POZO, 1998). Propiciar o aprendizado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012). Lopes (1994) destaca estratégias para elaborar problemas a partir de exercícios: aumentar o grau de complexidade, diminuir ou excluir dados explícitos e não fornecer questões de orientação explícita no enunciado (FREIRE e SILVA, 2013).

A percepção sobre a resolução de problemas na formação inicial de professores de Química foi delimitada como objeto de estudo mediante a sua relevância nos documentos do PNE (BRASIL, 2014), BNCC (BRASIL, 2018) e nas pesquisas que tratam desse tema na área de Didática das Ciências. Nessa direção, delimita-se a questão de pesquisa: Quais as percepções de licenciandos de Química sobre Exercícios e Problemas? Diante do exposto, temos como objetivo: analisar as percepções de licenciandos de Química sobre exercícios e problemas.

METODOLOGIA

Essa pesquisa é de caráter qualitativo porque busca uma compreensão do objeto de estudo a partir de processos de descrição e interpretação (MERRIAM, 2002). A pesquisa qualitativa procura explicar o significado e características dos dados obtidos por meio de diversos instrumentos de pesquisa. Participaram da pesquisa 06 licenciandos de Química, denominados de (L01 a L06) do 7º período do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição de Ensino Superior (IES) de Recife, Pernambuco, na disciplina de Ensino de

Química. A coleta dos dados foi feita através de um questionário (quadro 2) com três questões, denominadas de P01, P02 e P03 que visam identificar as percepções dos licenciandos sobre Exercício e Problema. O questionário foi aplicado aos licenciandos em 01 aula (50 minutos) e sua resolução foi feita de forma individual.

Quadro 2: Questionário.

P01. Considerando sua vivência como estudante do ensino médio, e atualmente como futuro docente de Química, pergunta-se: Em sua opinião, os enunciados das questões propostas nos livros didáticos de Química do ensino médio podem ser considerados exercícios ou problemas no contexto das aulas de Química? Justifique sua resposta.
P02. O que você faria para reformular o enunciado de um exercício de Química, a fim de transformá-lo em um problema? Em sua opinião, quais características devem ser consideradas na elaboração do enunciado de um problema no contexto das aulas de Química?
P03. Descreva como você transformaria o enunciado a seguir em um problema, a fim de abordá-lo em aulas de Química do ensino médio: "A deterioração de alimentos é ocasionada por diversos agentes que provocam reações químicas de degradação de certas substâncias. Alguns alimentos produzidos industrialmente, como embutidos à base de carne triturada apresentam curto prazo de validade. Essa característica se deve a um fator cinético relacionado com: a) a presença de agentes conservantes; b) reações químicas que ocorrem a baixas temperaturas; c) a elevada concentração de aditivos alimentares; d) a grande superfície de contato entre os componentes do produto; e) o acondicionamento em embalagem hermética".

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017) e P03 adaptado de UFGS (2000).

REFERENCIAL DE ANÁLISE DOS DADOS

As respostas dos licenciandos ao questionário foram analisadas a partir de categorias a priori, buscamos categorizá-las em função de características comuns. As categorias *a priori* foram construídas a partir das definições de exercício e problema propostas por Gonzáles e Del Valle (2018), Pozo (1998) e Lopes (1994), no processo de leitura comparativa, seguida do agrupamento das respostas semelhantes fornecidas pelos licenciandos ao questionário. Estas categorias manifestam suas percepções sobre Exercícios e Problemas,

como transformar Exercícios em Problemas e quais características de Exercícios e Problemas são mobilizados pelos licenciandos de Química no momento de transformar o enunciado de exercício em problema. No quadro 3 encontram-se as categorias de análise dos dados desse estudo.

Quadro 3: Categorias de análise dos dados.

Categorias de análise dos dados	
Categorias <i>a priori</i>	Definições e características de exercícios
	Características consideradas para transformar exercícios em problemas
	Elaboração de Problemas e Exercícios

Fonte: GONZÁLES e DEL VALLE (2018); POZO (1998) e LOPES (1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros 4, 5 e 6 encontram-se as categorias, subcategorias, descrição e respostas representativas de cada categoria. Ressaltamos que as respostas dos participantes podem se enquadrar em mais de uma categoria.

Quadro 4: Categorização das respostas dos licenciandos a P01.

Definições e características de exercícios			
Subcategorias	Descrição da subcategoria	Resposta representativa	Número de respostas
Enunciado objetivo	Enunciado direto que requer aplicação do conteúdo aprendido.	L04: "Na maioria dos livros didáticos as questões não são consideradas problemas, pois, são geralmente <i>perguntas diretas</i> que não exigem do estudante uma posição crítica sobre o assunto estudado".	05 (L02, L03, L04, L05, L06)

Presença de dados explícitos no enunciado para solução	Enunciado que apresenta todas as informações necessárias para a solução.	L06: “Não, pois os mesmos são uma <i>aplicação direta de fórmulas e conceitos</i> , sem levar o aluno a raciocinar acerca de uma situação”.	01 (L06)
Prioriza o aspecto quantitativo	Solucionar enunciados que favorecem respostas numéricas	L03: “Acho que a maioria dos exercícios são diretos, e <i>voltado para cálculos</i> ”.	01 (L03)
Desenvolver técnicas automatizadas para a solução	Solucionar enunciados a partir de técnicas e habilidades já aprendidas, ênfase quantitativa e incentivar a memorização de fórmulas, equações e regras.	L05: “As questões propostas nos livros de química são muito <i>mecanizadas</i> , e sempre são resolvidas de um jeito já explicado no livro através de exemplos”.	05 (L02, L03, L04, L05, L06)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

A questão P01 visa identificar as percepções dos licenciandos de Química sobre exercícios e/ou problemas. O quadro 4 mostra as categorias de análise de P01.

O L02 afirma que a maioria das questões de livros didáticos (LD) de Química não podem ser consideradas como problema, tendo em vista que geralmente exigem respostas objetivas, que não incentivam a reflexão e discussão pelos alunos.

L02: “Em muitos dos casos não são problemas, apenas é adaptada umas situações em que haja um enunciado, com uma resposta direta sem que ocorra uma discussão”.

Na categorização das respostas de P01, foi possível perceber que para todos os licenciandos os enunciados presentes (questões) nos livros didáticos de química são exercícios e não problemas (L02, L03, L04, L05, L06). Dentre as características citadas para justificar que os enunciados são exercícios encontram-se a forma imediata de solução e o uso de habilidades ou técni-

cas automatizadas, destacadas por cinco licenciandos (L02, L03, L04, L05, L06). Classificamos a resposta de L03 na subcategoria “Prioriza o aspecto quantitativo” e a de L06 na subcategoria “Presença de dados explícitos no enunciado para solução”, isto porque, L03 acredita que um exercício prioriza cálculos diretos e L06 aponta que os exercícios consistem em aplicação direta de fórmulas e conceitos. Desta forma, percebemos que, de modo geral, para os licenciandos, o exercício apresenta enunciados objetivos que requeiram respostas diretas, automatizadas, não sendo necessário que o aluno faça uso de discussões qualitativas, mas que treinem técnicas de memorização de fórmulas, equações e regras. Tais ideias corroboram com a definição de exercício adotada por Lopes (1994) e Pozo (1998). Segundo esses autores exercício é uma situação que exige do sujeito o uso de habilidades automatizadas que resultam em respostas diretas e imediatas (L02, L03, L04, L05, L06), e sua principal utilização está em operacionalizar um conceito e habituar os alunos a técnicas de resolução de cálculos (L02, L03, L04, L05, L06). L01 apresentou uma resposta evasiva, que não se relaciona com o que foi perguntado na questão P01.

Desse modo, pode-se inferir que a percepção dos licenciandos sobre as questões do LD refletem a definição e características de exercícios. Nesse sentido, julgamos que as percepções sobre exercícios suscitem elementos trazidos no referencial teórico, tais como: enunciado objetivo, operacionalização de um conceito ou memorização de algoritmos (L02, L03, L04, L05, L06). Uma possível explicação para os licenciandos mencionarem aspectos essenciais que caracterizam um enunciado como exercício é a familiaridade com esse tipo de enunciado, presente na vivência como estudantes na escola e universidade, e que se não forem problematizadas na formação inicial podem refletir no âmbito profissional no futuro exercício da docência.

A P02 (quadro 5) visa identificar as percepções dos licenciandos de Química sobre como transformar exercícios em problemas. No quadro 5 apresentamos as categorias de análise de P02:

Quadro 5: Categorização das respostas dos licenciandos a P02.

Características consideradas para transformar exercícios em problemas			
Subcategorias	Descrição da subcategoria	Resposta representativa	Número de respostas
Situação real aborda conteúdo e não há uma única resposta	Problema como uma situação do contexto real, que aborda conteúdo e há diversas respostas.	L05: "Contexto com dia a dia, conteúdo químico e direcionamento da resposta, mesmo havendo muitas possibilidades de resposta".	01 (L05)
Situação real ou autêntica	Problema como uma situação oriunda do contexto real dos sujeitos.	L04: "Devem ser levados em consideração o contexto social dos estudantes".	06 (L01, L02, L03, L04, L05, L06)
Situação real ou autêntica que propicia o pensar e considera conhecimentos prévios	Problema como uma situação oriunda do contexto real dos sujeitos, mobiliza conhecimentos prévios e leva o aluno a pensar.	L02: "Aspectos importantes são um enunciado trabalhado a base de uma discussão sobre situações vividas no cotidiano do aluno, que faça o aluno pensar e buscar conhecimentos vistos anteriormente".	03 (L02, L03, L06)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

A análise das respostas dos licenciandos a P02 indicou três características de problema, com maior ênfase na subcategoria "situação real ou autêntica", citada por todos os participantes da pesquisa (L01, L02, L03, L04, L05, L06). Isso nos leva a inferir que os licenciandos pouco sabem a respeito da definição teórica de problema e de suas características metodológicas. Tendo

em vista que suas ideias centram-se em apenas três características, consideramos que suas percepções sobre o termo problema é bastante incipiente. A subcategoria “Situação real ou autêntica que propicia o pensar e considera conhecimentos prévios” foi a segunda mais citada pelos licenciandos com três respostas (L02, L03, L06). A descrição dessa subcategoria corrobora com as características destacadas por Freire e Silva (2013) e Pozo (1998) para elaboração de problemas, como: os problemas denominados de reais ou autênticos precisam refletir o contexto dos alunos e estes necessitam pensar na elaboração de estratégias que levem a solução, recorrendo a seus conhecimentos prévios. Por exemplo, L02 e L06 afirmam que para transformar exercícios em problemas é preciso que o enunciado mobilize os conhecimentos prévios, desenvolvimento do pensamento e raciocínio dos alunos.

Todos citaram a “presença de um contexto” como característica essencial no enunciado de problemas. Esse aspecto converge com orientações destacadas por Freire e Silva (2013) quando há intenção de transformar os enunciados de exercícios em problemas. O fator contexto também é fundamental para a caracterização de um problema, que segundo Lopes (1994): “é um enunciado que surge a partir de um contexto de interesse do aluno”. Especificamente, L02, L03, L04, L05 e L06 entendem o contexto como algo próximo do cotidiano dos alunos e L01 ligado aos aspectos CTS.

L03, L05 e L06 enfatizam a abordagem do conteúdo químico interligado ao contexto do aluno como elemento essencial na transformação de enunciados de exercícios em problemas. Essa característica se configura como uma das finalidades do EABRP (BATINGA, 2010; VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012). Como pode-se observar L04 destacou apenas o contexto (Quadro 5).

Na análise conjunta das respostas ao P02 percebe-se que foram elencadas características para transformar enunciados de exercícios em problemas que se aproximam das orientações de Freire e Silva (2013) e Lopes (1994). E também a respeito da elaboração de problemas no contexto escolar/acadêmi-

co, dentre elas: presença de aspectos CTS (L01), abordagem do cotidiano do aluno (L01, L02, L03, L04, L05, L06), mobilização de conhecimentos prévios dos alunos (L02, L03, L06), abordagem de conteúdos (L03, L06) e possibilitar diversas respostas (L06). A seguir apresentamos as respostas dos licenciandos a P02 que ilustram estas características:

L01: “Para transformar um exercício em problema acrescentaria no contexto aspectos envolvendo a ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Atribuindo aspectos do cotidiano do aluno”.

L03: “Criar um problema baseado em uma situação cotidiana, e envolver conceitos químicos já estudados”.

L06: “Buscaria entrelaçar o conteúdo exigido para a resolução com uma situação mais ampla, e que expresse do aluno um raciocínio e interligação com outros assuntos estudados”.

A P03 visa identificar quais características e elementos de um problema são mobilizados pelos licenciandos de Química no momento de transformar exercícios em problemas no contexto de aulas de Química do ensino médio. No quadro 6 encontra-se a categorização das respostas dos licenciandos acerca da reconstrução do enunciado de um exercício para potenciais problemas. Os enunciados reformulados podem se aproximar ou se distanciar das características de problema ou se configurar como exercício, de acordo com Pozo (1998) e Lopes (1994).

Quadro 6: Categorização das respostas dos licenciandos a P03.

Elaboração de Problemas e Exercícios			
Subcategorias	Descrição da subcategoria	Resposta representativa	Número de respostas
Estratégias para elaboração de problema	Enunciados que apresentam características de problemas (Pozo, 1998 e Lopes 1994): pouco ou nenhum dado explícito, sem questões de orientação para o processo de resolução; enunciado subjetivo e contextualizado, uso de estratégias de resolução. Busca mobilizar conhecimentos prévios e considera a resolução mais adequada ao problema.	<p>L01: "Atualmente vê-se muito a preocupação do consumidor em relação a produtos industrializados, que acabam causando doenças. A deterioração de alimentos é ocasionada por diversos agentes que provocam reações químicas de degradação de certas substâncias. Alguns alimentos produzidos industrialmente, como embutidos à base de carne triturada apresentam curto prazo de validade. Se você fosse um técnico em química ou engenheiro químico, em quais características químicas estaria embasado este problema dos alimentos? E como poderia ser contornado?"</p> <p>L04: "Alguns alimentos industriais possuem um curto prazo de validade. É observado, por exemplo, que a carne triturada estraga mais rápido que um pedaço inteiro. Algumas frutas são vendidas no mercado fechadas e outras já cortadas a fim de proporcionar mais comodidade ao consumidor. Caso você esteja no mercado e pretenda fazer uma feira para longo prazo, quais frutas compraria? Justifique sua escolha".</p>	02 (L01, L04)

Estratégias para elaboração de exercício	Enunciados que apresentam características de exercícios Pozo (1998) e Lopes (1994): presença de dados explícitos e orientações para a solução, enunciado objetivo; uso de rotinas automatizadas que visam obter respostas objetivas e imediatas.	L03: "Ao chegar em casa, João encontra a sua mãe temperando a carne e em seguida, guardando-a na geladeira. Em sua opinião, por que a geladeira ajuda na conservação de alimentos? Qual a relação com a cinética da reação de decomposição?" L05: "Devido ao fator cinético, a deterioração de alimentos é ocasionada por diversos agentes que provocam reações químicas de degradação, e os embutidos produzidos industrialmente, devido a isso, têm um curto prazo de validade. Explique usando os conceitos de cinética química o porquê de isso acontecer".	02 (L03, L05)
--	--	--	---------------

Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

Na subcategoria “estratégias para elaboração de problema”, estão os enunciados construídos pelos licenciandos que apresentaram, no mínimo, duas características de problemas, segundo as concepções de Pozo (1998) e Lopes (1994) (quadro 1).

De modo geral, os enunciados elaborados pelos licenciandos fazem alusão, principalmente, a uma característica de problema: presença de contexto que retrata situações vivenciadas ou de interesse dos estudantes (L01, L03, L04, L05).

Os dois participantes da pesquisa que elaboraram enunciados mais próximos do que os autores definem como problema foram L01 e L04. Além de contemplar o contexto, eles apresentaram enunciados que fomentam o uso de estratégias para a busca da melhor resolução possível. Em outras palavras,

enunciados contextualizados que exigem respostas qualitativas, e que dão margem para mais de uma solução.

O L01 introduziu um novo contexto no enunciado do exercício envolvendo uma situação fictícia: solicitou que o aluno se posicionasse como responsável técnico ou engenheiro de uma indústria alimentícia, inserindo questionamentos: “[...] *em quais características químicas estaria embasado este problema dos alimentos?*”, “*E como poderia ser contornado?*”. O seu enunciado exige que os alunos recorram a seus conhecimentos prévios e construam novos aprendizados para resolução do problema.

L04, de modo semelhante a L01, delimitou um contexto no enunciado e ainda, solicitou um posicionamento crítico e a justificativa para tomada de decisão, como podemos ver no trecho do enunciado “Caso você esteja no mercado e pretenda fazer uma feira para longo prazo, quais frutas compraria? Justifique sua escolha”. Entretanto, forneceu dados explícitos que podem interferir na elaboração de hipóteses mais complexas, por exemplo: “[...] carne triturada estraga mais rápido [...]”.

Quanto à subcategoria “estratégias para elaboração de exercício”, estão os enunciados que mais se aproximaram das concepções de Pozo (1998) e Lopes (1994) sobre exercício (quadro 1).

L03 e L05 reestruturaram o enunciado de forma objetiva, fornecendo um caminho rápido e direto para solução, por meio de aplicação de conteúdo, portanto, foram categorizados como enunciados do tipo exercício.

O trecho do enunciado elaborado por L03 parece não estimular os alunos na busca de estratégias de resolução e não possibilitar respostas diversas e ainda parece direcioná-los a respostas mais diretas e concisas: “[...] *provocam reações químicas de degradação [...]*”. Apesar de L03 modificar o enunciado da questão P03 baseado em uma situação do cotidiano, percebe-se ainda há presença de um texto objetivo e que consta de dados e informações explícitos, os quais podem direcionar para uma única resposta. L03 aumenta a quantidade

de dados no enunciado do exercício, parece-nos que na tentativa de interferir no seu grau de dificuldade. Além disso, introduz perguntas que induzem a resposta como: (ex. “*qual a relação com a cinética da reação de decomposição?*” e “*por que a geladeira ajuda na conservação de alimentos?*”), que são características de enunciado de exercícios (LOPES, 1994).

O enunciado reformulado por L05 é objetivo e apresenta os dados necessários para sua resolução, conduzindo a uma resposta direta e exigindo do aluno o uso de técnicas relativas à operacionalização de conceitos. Estes aspectos se aproximam da caracterização de exercício segundo definição de Lopes (1994). Os participantes L2 e L06 não responderam a questão P03.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de análise apontam que os licenciandos de Química participantes da pesquisa classificam as questões de livros didáticos de Química como exercício. Eles citam características essenciais para transformar enunciados de exercício em problema e para elaborar problemas, que se aproximam das orientações citadas na literatura sobre a abordagem de Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problema (EABRP). A presença do elemento contexto aparece como característica comum quando se pensa em elaborar enunciados de problemas. Na questão teórico-prática que objetiva transformar enunciado de exercício de química em problema foram identificados três características fundamentais presentes no enunciado elaborado por dois licenciandos.

Diante disso, concluímos que eles apresentam percepções incipientes sobre a definição e características de problema. E que não há um entendimento claro por parte dos licenciandos acerca das diferenças entre exercício e problema. De um modo geral, os resultados dessa pesquisa se assemelham aos de Batinga (2010), que investigou as concepções de professores de quími-

ca do ensino médio sobre o que é problema e exercício no contexto das aulas de química que envolve a resolução de problemas.

Os resultados contribuem para pesquisas na área de Ensino de Química que investigam o EABRP na formação de professores, indicando ser fundamental saber quais as percepções de licenciandos e professores de química atuantes acerca de problema e exercício, uma vez que estas podem influenciar de forma significativa a concretização da prática docente quanto à estratégia de EABRP na escola.

Elaborar e abordar problemas não são atividades fáceis de ser realizada na escola. Nesse sentido, é fundamental que, os licenciandos na condição de futuros professores da Educação Básica, se apropriem da conceituação, finalidades e distinções entre problema e exercício, a fim de que eles possam transformar exercícios presentes nos livros didáticos de Química em problemas contextualizados, os quais possibilitem a construção de sentido e significado no processo de ensino e aprendizagem de Química.

Por fim, é importante que os professores vivenciem a abordagem de EABRP na sua formação inicial ou continuada, entendida como um espaço de apropriação de aporte teórico-metodológico que possibilite a concretização de atividades de resolução de problemas em aulas de química no ensino médio.

REFERÊNCIAS

BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: XV ENEQ, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licen-

ciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. Brasília, **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015.

_____. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, seção 1, p. 1, ed. Extra, 25 de junho de 2014.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. 600 p.

DRUCK, A. B. I. F.; BARRA, E. S. O. (Org.) **Direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento na educação básica**: subsídios ao currículo nacional (no contexto dos debates para o estabelecimento da BNCC, elaborados no âmbito do Ministério da Educação entre dezembro de 2012 e fevereiro de 2015). Preprint. Curitiba: 2018. 240 p.

FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 191-208, 2013.

GONÇALVES, S.M.; MOSQUERA, M.S.; SEGURA, A.F. **La resolución de problemas en ciencias naturales**: un modelo de enseñanza alternativa y superador. Buenos aires: Editorial SB, 2007.

GONZÁLES, A. E.; DEL VALLE, A. L. **El Aprendizaje Basado en Problemas**: Una propuesta metodológica en Educación Superior. Madrid: Narcea Ediciones, 2018.

LEITE, E. A. P. *et al.* Alguns desafios e demandas da formação inicial de professores na contemporaneidade. **Educação & Sociedade**, v. 39, p. 721-737, 2018.

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

MEIRIEU, P. **Aprender...sim, mas como?** Tradução de Vanise Pereira Dresch. 7ª ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research**. Francisco: Jossey-Bass, 2002.

NUÑEZ, I. B. *et al.* O uso de situações-problema no ensino de ciências. In: Nuñez, I. B.; Ramalho, B. L. (orgs.). **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 145-171.

PERRENOUD, P.; THURLER, M. G. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

POZO, J. I. **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**. Porto: Porto Editora, 2012, p. 127.

ANÁLISE DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS SOBRE O TEMA FÁRMACOS ANSIOLÍTICOS

Maria Eduarda de Brito Cruz
Verônica Tavares Santos Batinga

INTRODUÇÃO

O modelo de ensino ainda predominante na prática docente em muitas salas de aula é o de transmissão-recepção, que enfatiza a memorização dos conteúdos, fórmulas e equações e aborda exercícios que privilegiam a repetição. Neste modelo, o professor atua como sujeito protagonista do processo de ensino, que na maioria das vezes utiliza o livro didático como recurso exclusivo, enquanto os alunos são os agentes receptores, cujo papel é o de reproduzir o conhecimento científico escolar nas avaliações (SILVA e SCHNETZLER, 2008).

Diferentemente deste modelo, a abordagem didática de resolução de problemas centra-se na introdução de conceitos científicos partindo de problemas fictícios, reais ou escolares, buscando uma aprendizagem contextual e uma participação ativa dos estudantes no processo de resolução de problemas. Nesse sentido, apesar da conceituação do termo problema ser algo bastante complexo é importante discuti-la no âmbito escolar e acadêmico. Segundo Lopes (1994) isso acontece porque a noção de problema está diretamente ligada às concepções dos alunos e professores sobre o que deve ser um problema no contexto de ensino e de aprendizagem.

Corroboramos com Pozo e Gómez Crespo (2009) quando afirmam que problema refere-se a uma situação em que um indivíduo ou grupo não dispõe de procedimentos automáticos que os permitam resolvê-la de forma imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão e/ou tomada de decisão sobre as estratégias a serem elaboradas pelos resolvidores. De acordo com Batinga e Teixeira (2014), uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que exista uma identificação e reconhecimento dela como um problema a ser revolvido.

Na sala de aula, geralmente, os problemas são aplicados após a exposição dos conteúdos químicos, com o intuito de validar os conhecimentos construídos pelos estudantes. Na abordagem de resolução de problemas, a proposição dos diferentes tipos de problemas antes de introduzir os conteúdos e conceitos se apresenta como uma ferramenta potencializadora em contextos de ensino, que visam o desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais partindo de temas sociocientíficos (CRUZ e BATINGA, 2017).

Os problemas do tipo escolar (POZO, 1998) também podem ser utilizados em qualquer momento do planejamento e desenvolvimento didático, dependendo do objetivo de ensino de cada atividade da sequência. Entretanto, ao propor um problema para introduzir a construção do conhecimento científico no espaço escolar, o professor estará proporcionando condições para que o aluno possa refletir, tomar decisões e elaborar hipóteses, durante o processo de resolução. Consideramos a problematização e os conhecimentos espontâneos dos alunos, elementos fundamentais na formação de conceitos científicos, possibilitando que os novos conhecimentos venham a fazer sentido aos educandos.

Segundo Méheut e Psillos (2004), uma sequência didática se constitui para de um conjunto de atividades que têm o objetivo de contribuir para a compreensão do conhecimento científico pelos estudantes, maximizando

potencialidades de diferentes metodologias, dentro de uma rede interligada de ações. Méheut (2005) estrutura um modelo de sequência composto por quatro componentes, a saber: professor, aluno, mundo material e conhecimento científico, que se relacionam em pares para estabelecer duas dimensões: epistêmica e pedagógica. A primeira refere-se à construção do conhecimento científico, a partir da interpretação do mundo material e, na segunda, estão todos os processos de interação entre professor-aluno e aluno-aluno (BATINGA e AMARAL, 2021).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o uso de problemas escolares no desenvolvimento de uma sequência didática sobre Fármacos Ansiolíticos para a formação de alguns conceitos químicos no ensino médio.

METODOLOGIA

Para elaboração da sequência foram considerados os pressupostos teóricos da abordagem de resolução de problemas, segundo Gil Pérez, Martínez Torregrosa e Sement Pérez (1988) e os componentes e dimensões sugeridos por Méheut (2005). A sequência envolveu seis momentos, nos quais foram propostas diferentes atividades, todas relacionadas aos problemas construídos, na tentativa de dinamizar a prática pedagógica e promover o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais para resolução destes.

Os problemas do tipo escolar construídos buscam abordar um tema preocupante, como é o caso da automedicação de fármacos ansiolíticos, associado aos conhecimentos científicos, cotidianos e químicos, dentre eles: os mecanismos de ação das moléculas farmacológicas, os sítios ativos, a interação enzima-substrato e alguns conceitos relativos a medicamentos.

No momento da elaboração dos problemas consideramos alguns dos critérios citados por Silva e Núñez (2002); Pozo (1998); Lopes (1994), Campos e

Nigro (1999) E Vasconcelos e Almeida (2012), dentre eles: propor problemas que apresente vínculos com o cotidiano dos alunos e/ou aspectos sociocientíficos; proporcionar o aprendizado de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, considerar a elaboração de hipóteses pelos estudantes; ter cuidado com a quantidade de informações explícitas nos enunciados, bem como, o uso adequado da linguagem empregada.

No quadro 1 apresentamos os problemas escolares elaborados (P1 e P2), os quais serviram de base para o planejamento e desenvolvimento das atividades propostas na sequência.

Quadro 1. Problemas P1 e P2 abordados na sequência didática sobre Fármacos Ansiolíticos.

P1) Os ansiolíticos são fármacos sintéticos utilizados desde a antiguidade para tratar transtornos epiléticos, porém com as inovações tecnológicas foram descobertas novas funções para esses medicamentos, atualmente utilizados no tratamento de transtornos de ansiedade e tensão. As substâncias mais comuns dessa classe de fármacos são os benzodiazepínicos, os quais são produzidos pela indústria farmacêutica, em diferentes concentrações, na forma líquida, em forma de comprimidos ou cápsulas, ou via endovenosa, em forma de injeção. Entretanto, sabemos que um grande número de pessoas faz uso desses fármacos sem prescrição médica, sem conhecer os riscos que esses fármacos podem acarretar quando utilizados de forma inadequada. Nesse sentido, imagine a seguinte situação: Sua tia, uma das responsáveis pela sua educação, passou há poucos meses por um momento delicado em sua vida. Nesse período fez uso de um medicamento ansiolítico indicado por uma amiga. Durante uma visita, ela lhe fez os seguintes questionamentos:

Q1. O que representa a faixa preta presente nas embalagens dos fármacos?

Q2. A eficácia de um fármaco pode mudar de um paciente para outro?

Q3. Por que as concentrações de fármacos podem variar entre pacientes? Q4. Por que um fármaco pode provocar efeitos colaterais?

Q4. As diferentes formas de ingestão de um fármaco quer seja por via oral (líquido, comprimido ou cápsula) ou injetável pode influenciar em sua absorção no organismo humano?

P2) De um modo geral, para algumas pessoas, as gotinhas mágicas ou pílulas da alegria são sinônimos utilizados ao se referirem aos fármacos ansiolíticos. Essas substâncias agem diretamente no Sistema Nervoso Central, e com o passar dos anos tem se tornado um dos fármacos com a cara dos dias atuais. Os ansiolíticos, fármacos com tarja preta, “virou moda” e vem atraindo muitos, quer sejam idosos, adultos ou jovens. Por isso, atualmente no Brasil, é a segunda classe de fármacos controlados de maior consumo. Pesquisas realizadas pelo G1 no ano de 2015 apontam que um dos motivos para uma maior procura por esses fármacos é que as pessoas buscam cada vez mais soluções imediatas para seus problemas, medos, tristezas e ansiedades. Porém, é necessário muito cuidado e responsabilidade ao fazer uso desse tipo de fármacos, pois pode provocar dependência, dificuldade de concentração e falhas na memória. Q1. Diante desses efeitos, como você explica a ação desses fármacos no organismo humano? Q2. Qual caminho esses fármacos percorrem até ser eliminado pelo nosso organismo?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

Os problemas foram aplicados no 1º e 6º momento na sequência. O 1º e 2º momento da sequência teve duração de 50 minutos cada, enquanto que os demais tiveram duração de 100 minutos cada. No quadro 2 apresentamos uma síntese descritiva dos momentos da sequência.

Quadro 2: Síntese das atividades da sequência didática Fármacos Ansiolíticos.

Momentos	Descrição dos momentos e objetos de aprendizagem
Primeiro	Resolução dos problemas visando a identificação das concepções prévias dos estudantes sobre conteúdos químicos associados à temática da sequência.
Segundo	Discussão de aspectos sociais, tecnológicos, políticos e econômicos relativos aos fármacos a partir dos vídeos "Rivotril; Como se faz comprimido; Clonazepam; e Crianças".
Terceiro	Aula interativa dialogada sobre os conteúdos químicos relativos aos fármacos, com a utilização de simuladores computacionais, estruturas moleculares e bulas.
Quarto	Realização de atividade experimental, simulando a absorção de fármacos em diferentes partes do corpo.
Quinto	Realização de visita de campo a uma farmácia de manipulação da cidade, para reconhecimento dos setores de manipulação, embalagem e estoque.
Sexto	Avaliação dos conhecimentos construídos pelos estudantes no desenvolvimento da sequência a partir de nova resolução dos problemas propostos.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

A sequência foi aplicada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Serra Talhada, Pernambuco. A turma era formada de 29 alunos, na faixa etária entre 16-17 anos, porém, apenas dez alunos participaram de todos os momentos da sequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este capítulo, será apresentado um recorte do estudo completo, que se refere à análise das respostas dos estudantes para o Q3 e Q4 realizado em torno de P1 e para o Q2 de P2. Utilizamos para analisar as respostas dos estudantes quatro categorias de análise, elaboradas com base no conhecimento químico e materializada no espelho de resposta construído para resolução de cada problema, sendo organizadas da seguinte forma: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Não Satisfatória (RNS) e Não Respondeu (NR). Essas categorias de análise foram construídas com base na adaptação de trabalhos de Silva (2013) e Simões Neto (2009).

Quadro 3: Descrição das categorias de análise das respostas dos estudantes aos problemas.

Objetivo do questionamento	Descrição das categorias
P1. Q3 Identificar se os estudantes conhecem o motivo pelo qual um fármaco causa efeito colateral.	RS se responder que um fármaco provoca efeitos colaterais quando a molécula farmacológica se liga a uma célula não específica; RPS se responder que a ligação ocorreu de forma inadequada; RNS se responder que as moléculas do fármaco foram ofensivas ao organismo ou apresentar resposta sem relação com o solicitado; NR não respondeu.
P1. Q4 Analisar se os estudantes reconhecem alguma influência com relação à via de administração de um fármaco e sua absorção pelo organismo.	RS se responder que sim e justificar que algumas formas de ingestão de fármacos fazem com que essas drogas cheguem instantaneamente na corrente sanguínea permitindo que a droga se espalhe rapidamente pelo organismo, como é caso dos fármacos injetáveis e dos sublinguais; RPS se apenas responder que sim mais não apresentar justificativa; RNS se responder que não ou apresentar resposta sem relação com o solicitado; NR se não respondeu.

<p>P2. Q2 Analisar se os estudantes reconhecem o caminho percorrido pelos fármacos no organismo.</p>	<p>RS se responder que inicialmente o fármaco deve ser ingerido (absorção), para isso deve ser feita a escolha pela via de administração desejável (oral ou injetável), em seguida as moléculas do fármaco são transportadas até a corrente sanguínea (distribuição), a partir daí as moléculas farmacológicas são transportadas até as células alvo, onde vão desenvolver a resposta farmacológica. Após algum tempo, que varia de um fármaco para outro os compostos dos fármacos são transportados para o fígado para que aconteça o processo de biotransformação, é nesse processo que moléculas pouco solúveis sejam convertidas em moléculas menores e de maior solubilidade para que possam ser eliminado pelo organismo através da urina, fezes, suor, lágrimas dentre outros; RPS se apenas citar as etapas (absorção, distribuição, biotransformação e eliminação) sem trazer explicação; RNS se apresentar resposta sem nenhuma relação com as etapas mencionadas acima; NR se não respondeu.</p>
---	--

Fonte: Adaptado de Silva (2013) e Simões Neto (2009).

ANÁLISE DO QUESTIONAMENTO Q3 DO P1: POR QUE UM FÁRMACO PODE PROVOCAR EFEITOS COLATERAIS?

Todas as respostas apresentadas pelos alunos para Q4 foram consideradas NS, com exceção de um aluno que não respondeu. Podemos perceber que existe uma confusão entre os conceitos químicos relativos à ligação enzima-substrato, que explica a ocorrência desses efeitos no organismo com os sítios de absorção. A maioria dos alunos optou por explicações relativas aos locais de absorção de fármacos no organismo ou a partir de concepções espontâneas, conforme respostas a seguir:

Aluno I: *“Por ser tomado em excesso, ou então se ele for absorvido no órgão errado. Ex: Um fármaco é para agir no intestino e ele é quebrado e age no estômago, podendo provocar efeito colateral”.*

Aluno C: *“Porque o paciente pode ser alérgico a alguma das substâncias, ou o seu corpo pode ser sensível ao medicamento”.*

Analisando as respostas apresentadas podemos observar que, embora os alunos não tenham explicado que os efeitos colaterais surgem quando uma molécula farmacológica se liga a uma célula não específica do organismo, eles apontam fatores que podem desencadear esses efeitos. Alguns alunos desenvolveram com excelência discussões relativas aos conteúdos químicos para Q3 do P1.

Aluno L: *“Ele causa efeito colateral se não for específico e se não for a quantidade certa. Mesmo assim podem causar efeitos colaterais, porque podem se ligar de maneira errada a seus receptores”*.

Aluno M: *“Isso acontece através dos fármacos ao se ligarem a uma célula não alvo, causando sim o efeito colateral”*.

Podemos perceber que os estudantes conseguiram explicar a causa dos efeitos colaterais, utilizando os conceitos químicos referentes ao modelo chave fechadura, apesar da não participação em todas as etapas da intervenção.

ANÁLISE DO QUESTIONAMENTO Q4 DO P1: A DIFERENTE FORMA DE INGESTÃO DE UM FÁRMACO QUER SEJA POR VIA ORAL OU INJETÁVEL PODE INFLUENCIAR EM SUA ABSORÇÃO NO ORGANISMO HUMANO?

Com relação a Q4 percebemos que a maioria dos estudantes reconhece que a via de administração de um fármaco tem influência com relação ao tempo de absorção no organismo, como podemos observar nas respostas a seguir:

Aluno B: *“O injetável é melhor porque vai direto para a corrente sanguínea”*.

Aluno F: *“Os injetáveis já agem direto na corrente sanguínea enquanto que os orais vão percorrer o organismo até começar a agir”*.

A análise das respostas apresentadas por seis alunos aponta a via endovenosa como sendo a via de administração de menor tempo de absorção e elucida que a absorção é rápida devido ao fármaco ser liberado diretamente

na corrente sanguínea. Somente um aluno apresentou RNS, uma vez que ele responde que a forma de ingestão de um fármaco não influencia em sua absorção no organismo. Três estudantes não responderam.

ANÁLISE DO QUESTIONAMENTO Q2 DO P2: QUAL CAMINHO ESSES FÁRMACOS PERCORREM ATÉ SEREM ELIMINADOS PELO NOSSO ORGANISMO?

As respostas dos alunos para esse questionamento foram enquadradas nas categorias satisfatórias e parcialmente satisfatórias. Com exceção de um aluno que em sua resposta não faz relação com as etapas de absorção, sendo classificada como NS.

Podemos observar que alguns alunos (2) desenvolveram explicações adequadas sobre o caminho percorrido por um fármaco no organismo, além de descrever os nomes de todas as etapas. Essas explicações foram enquadradas na categoria RS. A seguir temos um exemplo que ilustra essa categoria:

Aluno I: *“Ocorre primeiro o processo de absorção (ex: Boca) e o processo de distribuição, que ocorre através da corrente sanguínea, depois o processo de biotransformação que é a quebra de moléculas para facilitar a eliminação”*.

Nas respostas expressas por sete alunos as quais foram classificadas como RPS, também percebemos o reconhecimento das etapas de absorção, entretanto, eles não elaboraram explicações para todas as etapas, mas citaram os nomes de algumas etapas, como podemos observar a seguir:

Aluno F: *“Esses medicamentos percorrem todo nosso organismo agindo nos seus lugares específicos e é eliminado através do suor, urina, fezes e lágrimas”*.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Os problemas P1 e P2 foram construídos acerca da temática fármacos ansiolíticos e materializados a partir das atividades propostas na sequência. Em linhas, gerais, compreendemos que a resolução destes problemas pelos

alunos contribuíram para o desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais relativos aos fármacos, como por exemplo, a ocorrência dos efeitos colaterais e o tempo de absorção no contexto da abordagem de conhecimentos químicos. O trabalho com os problemas também proporcionou aos alunos o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e valores que certamente irão acompanhá-los pelos diferentes cenários cotidianos que vão vivenciar.

REFERÊNCIAS

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

CRUZ, M. E. B.; BATINGA, V. T. S. Sequência didática sobre Fármacos: análise de uma visita de campo a partir de aspectos da Teoria da Atividade de Leontiev. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. Extra, p. 1215-1220, 2017.

BATINGA, V. T. S.; AMARAL, E. M. R. Análise de uma sequência didática sobre qualidade e tratamento da Água. In: AMARAL, E. M. R.; SILVA, J. R. T. (Orgs.). **Sequências didáticas para o ensino de química: perfis conceituais, resolução de problemas e temas sociocientíficos**. Recife: Edupe, 2021, p. 84-102.

BATINGA, V. T. S. TEIXEIRA, F. M. A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: Análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 24-52, 2014.

GIL PERÉZ, D; MARTINEZ TORREGROSA, J; SEMENT PEREZ, F. El fracasso en resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.2, p. 131-146, 1988.

LOPES, J. B. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Lisboa, 1994.

MÉHEUT, M; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, 26:5, p.515-535. 2004.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or Research. **Research and the quality of Science Education**, part. 4, Ed. Springer, Paris, 2005.

POZO, J. I. (Org.); GOMÉZ CRESPO, M. Á. A solução de problemas nas ciências da natureza. In: POZO, J. I. **A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I; GOMEZ CRESPO, M. Á. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SILVA, F. C. V. Resolução de uma situação-Problema sobre radioterapia para construção de conceitos de radioatividade no ensino superior de química. **Dissertação**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, S. F; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes-reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6b, p. 1197-1203, 2002.

SIMÕES NETO, J. E. **Abordando o conceito de isomeria por meio de situações-problema no ensino superior de Química**. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVA, R. M.; SCHNETZLER, R. P. Concepções e ações de formadores de professores de Química sobre o estágio supervisionado: propostas brasileiras e portuguesas. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2174-2183, 2008.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**. Porto: Porto Editora, 2012.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA ABORDAGEM DE REAÇÕES QUÍMICAS ARTICULADA À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA

Vicente Maxim Da Silva Araújo

Angela Fernandes Campos

INTRODUÇÃO

O estudo das reações químicas desempenha importante papel por servir de base para a aprendizagem de outros conhecimentos do ensino médio e para a compreensão por parte dos estudantes das diversas transformações ocorridas na matéria, representando um dos conceitos fundamentais do conhecimento químico.

Rosa e Schnetzler (1998) destacam a importância do conhecimento químico pelos cidadãos atuais com o objetivo de despertar para uma consciência crítica a respeito dos avanços tecnológicos da sociedade. Nessa perspectiva, assumem que o estudo das transformações químicas representa importante papel para o entendimento dos impactos ambientais causados pela indústria química. A exemplo, a produção crescente de lixo, em específico, os plásticos descartáveis que representam um grande desafio para a sociedade atual e futura, bem como as ações que esses cidadãos deverão desenvolver no enfrentamento a esse problema. Nesta direção, pesquisas relacionadas ao ensino e a aprendizagem de química questionam e discutem sobre modelos

de ensino alternativos a perspectiva de ensino tradicional que, segundo Sch-netzler e Aragão (1995), representa uma prática na sala de aula conduzida na sua exclusividade para a retenção, por parte do aluno, de enormes fontes de informações com a intenção de que essas sejam memorizadas, recordadas e remitidas nos mesmos termos em que foram apresentadas no momento de realização dos exames avaliativos. Neste sentido e considerando que os es-tudantes podem aprender de diferentes maneiras como preconiza as teorias psicológicas da aprendizagem (PIAGET, 1977, VYGOTSKY, 1999), há a neces-sidade de dinamizar a sala de aula de tal maneira que o processo educativo se desenvolva pautado em modelos que se distanciam do ensino tradicional (transmissão-recepção). Assim, a metodologia de ensino por resolução de problemas pode ser considerada importante estratégia de aprendizagem, uma vez que se trata de uma perspectiva construtivista, permite a participa-ção dos estudantes, dando aos mesmos a possibilidade de uma aprendizagem ativa e significativa.

Autores como Cachapuz, Praia & Jorge (2002) têm enfatizado a rele-vância de se utilizar a metodologia baseada na resolução de problemas com a finalidade da construção do conhecimento científico, desenvolvimento de conceitos, procedimentos, atitudes e valores nos estudantes.

Azevedo (2010) acrescenta que um dos objetivos dessa abordagem “é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer.”

Sob esta perspectiva, este estudo tem como intuito a construção de co-nhecimentos relacionados ao conteúdo reações químicas fundamentada nos aportes teóricos e metodológicos da aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP).

A escolha pelo conteúdo de reações químicas surgiu da sua importância dentro do programa da disciplina química e por considerá-lo estruturante, sendo a base para compreensão de outros conceitos em Química, como por

exemplo, ligações químicas, equilíbrio químico, termoquímica, cinética química, dentre outros. Também, por estar presente nos currículos dos ensinamentos fundamental, médio e superior e em várias situações do cotidiano. Consideramos que a temática proposta pode instigar a curiosidade fazendo com que os estudantes possam refletir e compreender a importância das transformações químicas em diversas atividades da vida humana e no meio ambiente. A escolha por abordarmos sobre a conversão catalítica em motocicletas ocorreu a partir do momento em que o pesquisador, um dos autores desse trabalho, percebeu que muitos dos seus estudantes e/ou seus familiares usam a motocicleta como meio de transporte para se locomoverem de suas residências até a escola e a outras localidades e, em alguns casos, também utilizam esse meio de transporte como ferramenta de trabalho (motoboys). Parte desses estudantes/familiares retiram ou modificam os canos de escape desses veículos, causando um barulho ensurdecedor e aumentando a emissão de gases poluentes na atmosfera, uma vez que no escape se encontra o conversor catalítico, equipamento responsável pela transformação de substâncias tóxicas e poluentes provenientes da combustão no motor em outras substâncias menos prejudiciais ao meio ambiente. Pelo exposto, a presente investigação teve como objetivo geral:

- Propor uma sequência didática pautada na aprendizagem baseada na resolução de problemas sobre o conteúdo de reações químicas articulados a conversão catalítica em motocicletas, para estudantes do primeiro ano do ensino médio.

E como objetivos específicos,

- Construir um instrumento de coleta de dados que permita diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre reações químicas;

- Elaborar uma sequência didática pautada na resolução de um problema envolvendo a temática conversão catalítica para discussão de aspectos químicos relacionados a reações químicas;

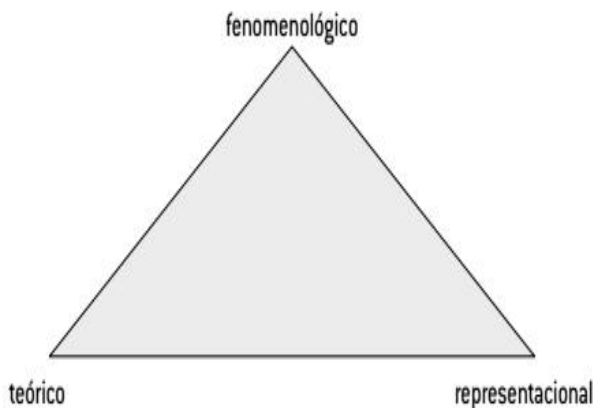
- Elaborar um instrumento de coleta de dados que permita identificar as percepções dos estudantes após a aplicação de uma sequência didática pautada na resolução de problemas que envolve o conteúdo reações químicas articulado a temática conversão catalítica em motocicletas.

AS REAÇÕES QUÍMICAS E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO NOS ESTUDANTES

Neste tópico trataremos da importância do conceito de reações químicas na construção de conhecimentos e os problemas de aprendizagem a partir de algumas pesquisas sobre o tema com estudantes do ensino médio.

Para Mortimer e Machado (2016), a melhor forma de abordar conceitos da química é levando em consideração a distinção entre os três aspectos do conhecimento químico: o fenomenológico, teórico e representacional (figura 1).

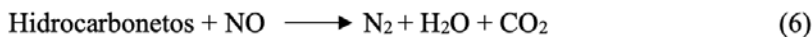
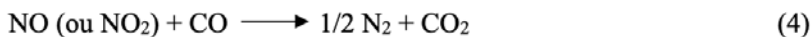
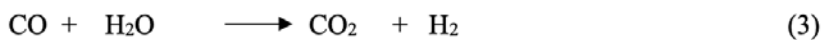
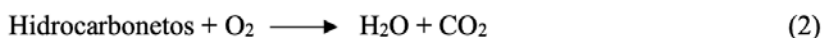
Figura 1: Triângulo - aspectos do conhecimento químico.



Fonte: MORTIMER e MACHADO (2016).

Segundo Mortimer e Machado (2016), os aspectos fenomenológicos podem ser visíveis a olho nu, como na mudança de estado físico de uma substância, mas também podem ocorrer de forma que seja preciso recorrer a equipamentos para serem detectados, como no caso das interações radiação-matéria. A reprodução dos fenômenos não se restringe apenas aos laboratórios, mas podem ser notados, inclusive nas atividades sociais. Outra questão levantada pelos autores é que quando os professores consideram os fenômenos estudados ou vividos pelos alunos, abrem um diálogo com estes e possibilita que eles compartilhem suas experiências.

De acordo com Mortimer e Machado (2016), no aspecto representacional estão inseridas informações inerentes à linguagem química, como, fórmulas e equações químicas, modelos representacionais, gráficos e equações matemáticas. Por exemplo, as equações de (1) a (6) constituem algumas das principais equações químicas que ocorrem em um catalisador automobilístico. Nas equações de (1) a (3) temos a oxidação do monóxido de carbono e de hidrocarbonetos em dióxido de carbono e água. Nas equações de (4) a (6) temos a redução de óxidos de nitrogênio a gás nitrogênio (RANGEL e CARVALHO, 2003):



Para Mortimer e Machado (2016), a escola de ensino básico, muitas vezes, enfatiza prioritariamente este aspecto e desconsidera a importância dos outros dois. É necessário um tratamento por igual dos três aspectos, para que

os alunos não pensem que fórmulas, equações e modelos são reais. Mortimer e Machado (2016) ressaltam ainda a maneira como os conceitos/teorias devem ser desenvolvidos para que haja uma significação na aprendizagem dos alunos. Para eles, os currículos tradicionais utilizam como pressuposto a ideia de antecipação dos conceitos em detrimento a qualquer outra forma de conhecimento químico. Além do mais, os conceitos devem ser treinados exaustivamente. Por assim sendo, esses autores questionam essa abordagem de ensino e orientam que as relações entre os conceitos sejam estabelecidas a partir de suas aplicações, logo para os autores, os conceitos são concebidos a partir de seus contextos de aplicação.

Em diálogo com os autores Mortimer e Machado (2016), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2020) destaca que no ensino das ciências naturais os conhecimentos conceituais devem ser estruturados em leis, teorias e modelos, sendo considerados como pontos essenciais para a explicação dos fenômenos naturais: a elaboração, a interpretação e aplicação de modelos explicativos. Também, a BNCC considera que os conteúdos de ciências devem ser abordados considerando as possíveis situações contextuais vivenciadas pelos estudantes como forma de dar sentido e significado ao que eles estão aprendendo. A BNCC destaca a:

importância da contextualização do conhecimento escolar, para a ideia de que essas práticas derivam de situações da vida social e, ao mesmo tempo, precisam ser situadas em contextos significativos para os estudantes (BRASIL, 2018), p. 84).

Atkins, Jones e Laverman (2018) também comentam sobre a necessidade de compreensão da química considerando três níveis do conhecimento a partir de situações contextuais.

CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE REAÇÕES QUÍMICAS: ALGUNS ASPECTOS

No contexto escolar, para Pozo e Crespo (1998) algumas das dificuldades que os estudantes encontram na compreensão do conhecimento químico é não saber diferenciar entre fenômenos físicos e químicos. Rosa e Schnetzler (1998) relatam que o entendimento do conceito de transformações químicas no ambiente escolar, muitas vezes, está distante do conhecimento científico, constituindo, pois, concepções alternativas, isto é, ideias que os estudantes trazem que se distanciam do que é esperado cientificamente. Segundo as autoras, inúmeras pesquisas apontam que tais concepções alternativas devem ser levadas em consideração pelo docente no processo de elaboração de seu planejamento de ensino. Para essas autoras, o que justifica a importância da aplicação das concepções alternativas dos estudantes, pelo professor no momento de preparar sua aula, é que essas concepções influenciam no entendimento dos conceitos químicos, a exemplo, o entendimento do conceito de transformações químicas. Portanto, poderá ser melhor trabalhado se o professor entender o que seus estudantes compreendem sobre o assunto. Rosa e Schnetzler (1998) evidenciam que dentre várias pesquisas revisadas por elas a respeito das concepções dos alunos sobre o conceito de transformações químicas, uma das mais relevantes é àquela desenvolvida por Andersson (1990), que analisa estudantes com idades de 11 a 17 anos. Nessa pesquisa, Anderson (1990), aponta para cinco categorias de concepções alternativas sobre o conceito das transformações químicas, a saber: desaparecimento (a), deslocamento (b), modificação (c), transmutação (d) e interação química (e). Na categoria desaparecimento (a), os estudantes consideram que as substâncias simplesmente desaparecem após a ocorrência de uma reação química. A categoria (b) exprime a ideia de que durante uma reação química uma substân-

cia pode mudar de espaço físico, portanto, ela desaparece, porque se desloca para outro lugar. Na categoria (c), a concepção de modificação. Alguns alunos relacionam que durante uma transformação química uma substância desaparece porque muda de fase ou de forma. Na categoria (d), transmutação, representa uma série de transformações proibidas na química, como por exemplo, energia que se transforma em matéria e vice-versa. A categoria (e), interação química, é a mais esperada do ponto de vista do processo de ensino-aprendizagem, por apresentar uma concepção dinâmica e corpuscular da matéria por parte dos alunos. No entanto, as pesquisas mostram que uma pequena parte dos estudantes expressam a ideia de transformação química dessa maneira.

É necessário considerar os conhecimentos e as dúvidas que emanam dos estudantes na hora do preparo e aplicações das aulas, com a finalidade de melhorar e atender aos anseios dos alunos naquilo que diz respeito ao conceito de reações químicas.

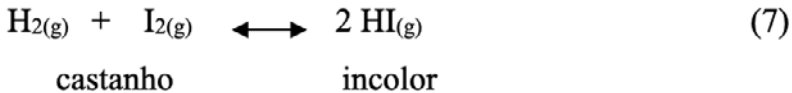
Acreditamos que esse quadro sustenta a premissa de que um projeto de melhoria no ensino de química precisa levar em conta a importância de tratar essas questões epistemológicas ao se planejar um processo de ensino aprendizagem do conceito transformação química. (ROSA e SCHNETZLER, 1998, p. 34).

Para Justi (1998), por muito tempo, uma das concepções mais comuns a respeito das reações químicas é a de que havia afinidade entre os reagentes, porém essas concepções de afinidade só faziam sentido antes do desenvolvimento de ideias como as das ligações químicas, estereoquímica e termoquímica, sendo estas últimas ideias que fundamentam o estudo das reações químicas. Para a autora, apesar do conceito de afinidade representar, por muito tempo, uma definição fundamental para o desenvolvimento do conhecimento químico, não podemos expressá-lo como uma ideia, devido a sua pluralidade

de significados. Justi (1998) observou essa diversidade de acepções da palavra afinidade também em estudantes do ensino médio, após realizar pesquisa com alunos da segunda série com a intenção de verificar as suas concepções a respeito do conceito de reações químicas.

Justi (1998) colocou a seguinte questão para os alunos ora pesquisados: *“foi solicitado que explicassem por que algumas substâncias reagem quando são colocadas em contato, enquanto outras não reagem”*. As respostas dadas pelos estudantes estavam relacionadas, principalmente, ao conceito de afinidade entre as substâncias. Tais como, as substâncias reagiram porque uma era a fim da outra; semelhante atrai semelhante; existe uma afinidade entre as substâncias e uma encaixa-se na outra, como num quebra cabeça; deve existir uma força de atração entre elas, como num ímã. As respostas dadas por eles representaram ideias aceitas em diferentes épocas e contextos, mas que não são aceitas hoje em dia. No entanto, é imprescindível, resgatá-las e contextualizá-las para construção do conhecimento a partir de discussões com os estudantes.

De acordo com Lopes (1995) alguns livros didáticos permanecem com uma classificação antiga, distinguindo os fenômenos em reversíveis (físicos) e irreversíveis (químicos). Isso porque os fenômenos físicos são considerados ‘superficiais’, transformações ligeiras, e os fenômenos químicos ‘profundos’, transformações mais definitivas. Ainda segundo Lopes (1995), a reversibilidade mostra-se como uma classificação equivocada e não demonstra um critério científico de diferenciação desses fenômenos. Para exemplificar esse equívoco ela cita a reação abaixo, equação 7. Sua reversão está atrelada a uma variação de temperatura, portanto, poderia ser facilmente confundida com um fenômeno físico:



Lopes (1995) comenta que outra forma que muitos livros didáticos utilizam para distinguir fenômenos físicos e químicos é a variação de propriedades macroscópicas das substâncias. Na ciência contemporânea não devemos nos prender a simples classificações de fenômenos ou achar que reações químicas são apenas transformações que ocorrem naturalmente, cabendo ao ser humano apenas a observação. Para Lopes (1995) os cientistas já não são meros observadores dos fenômenos naturais, ao contrário eles interferem de maneira a criar novas substâncias através de transformações químicas minimamente manipuladas e controladas em seus laboratórios, produzem substâncias que sequer existem na natureza. Portanto, através das transformações químicas produzem e controlam seus próprios fenômenos o que representa um avanço e pode trazer benefícios e melhorias para a população.

APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ABRP): ALGUNS ASPECTOS

Segundo Lopes *et al.* (2019) a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) iniciou-se na década de 60, no curso de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. Na década seguinte foi implantada nos Estados Unidos no curso de Medicina, na Universidade do Novo México e na década de 80, no curso de Medicina de Harvard. Nos anos seguintes, outras Universidades em diversos países também adotaram essa metodologia em diferentes áreas do saber: Administração, História, Física, dentre outras (FREITAS 2017). No Brasil, de acordo Freitas (2017), foi utilizado pela primeira vez em 1997 no curso de Medicina em Marília e 1998, em Londrina.

Segundo Freitas (2017) essa metodologia foi desenvolvida com o objetivo de interligar a teoria ensinada, a prática e a realidade social. Se estendeu para outros países, onde recebeu outras denominações: no inglês Problem-Based Learning (PBL); Em Portugal Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP); França, modelo de ensino orientado por Situações-Problema (SP); Brasil, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Resolução de Problemas (RP).

Para Freitas (2017) independentemente de denominações e de possíveis divergências conceituais, o que interessa nessa metodologia é o que pode ser potencializado no processo educativo, como, a promoção ao protagonismo do aluno, onde ele aprende fazendo, resolvendo problemas reais de seu cotidiano que servirão de ponto de partida, motivação para sua aprendizagem, representando, pois, uma aprendizagem significativa na vida do aluno.

Das diversas denominações citadas anteriormente por Freitas (2017), utilizaremos a denominação ABRP no desenvolvimento desse trabalho estudo, com a intenção proporcionar a aprendizagem dos estudantes de forma autônoma, colaborativa e participativa, através da proposição de uma situação-problema o problema, o que não inviabiliza, em alguns momentos, o uso de conceitos convergentes utilizados por outras denominações. Lopes *et al.* (2019, p. 69) definem a ABRP como:

uma estratégia educacional de busca de soluções para situações-problema complexas e baseadas na vida real por pequenos grupos que deverão assumir a posição de parte interessada na resolução do problema, supervisionados por um professor orientador (LOPES *et al.*, 2019, p. 69).

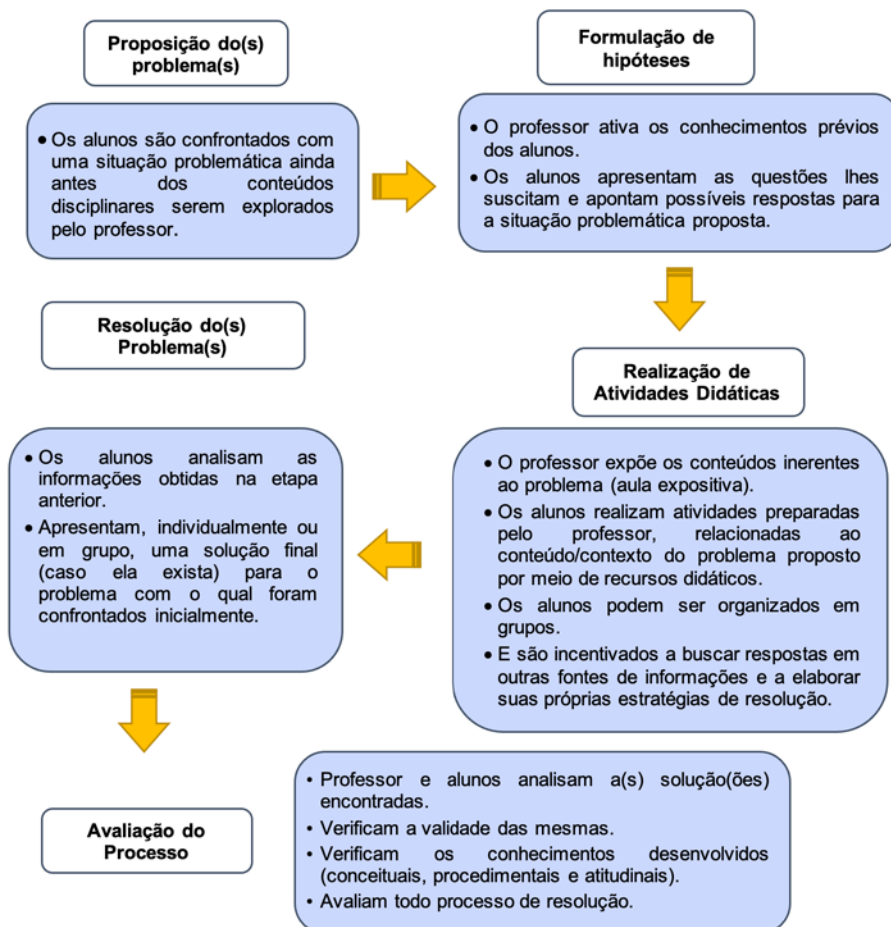
Para Lopes *et al.* (2019) o problema é o ponto de partida para que se inicie os ciclos de aprendizagens da ABRP. Tal problema envolve uma situação da

vida real dos estudantes e eles devem procurar uma explicação que resolva o problema. Em seguida, a partir dos seus conhecimentos prévios os alunos devem propor hipóteses para a solução do problema. Com essas hipóteses, os estudantes elaboram um plano autogerido também conhecido como (self-directed learning – SDL) ou proposto pelo professor, posteriormente, essas soluções devem ser compartilhadas com o objetivo de produzir uma ou mais novas soluções.

Segundo Lopes *et al.* (2019, p. 50) a ABRP “é uma estratégia de ensino que envolve o reconhecimento do problema em situações complexas, baseadas na vida real e suas possíveis soluções”. Pozo e Crespo (1998) comentam que nesse modelo de ensino o professor desempenha um papel fundamental, pensando no enunciado do problema, realizando o planejamento de ensino que envolve elaboração e/ou seleção de atividades didáticas que deem condições aos estudantes, após vivenciá-las, transporem o obstáculo inserido pelo professor no problema ou situação-problema. Também, o professor deve propor condições necessárias para que o estudante seja o personagem principal, o protagonista no processo educativo e desenvolva seu próprio conhecimento, a partir de atividades orientadas por ele.

A seguir, na figura (2) é mostrada a sequência metodológica da ABRP. A figura foi extraída do estudo de Freitas (2017) que traz de forma sistemática as etapas metodológicas.

Figura 2: Sequência metodológica da aprendizagem baseada na resolução de problemas.



Fonte: FREITAS (2017).

De acordo com a figura (2) a sequência teria como ponto de partida a apresentação aos estudantes do enunciado da situação-problema ou problema. Essa situação-problema ou problema deve ser algo desconhecido e inusitado para os alunos. É importante comentar que no ensino tradicional, inicialmente o professor apresenta as definições dos conceitos e faz uso de

exercícios no sentido de aplicar os conceitos anteriormente definidos e dessa forma consolidar a “aprendizagem” dos estudantes. Na ABRP, o problema representa a etapa inicial para abordagem dos conteúdos. Os estudantes ao serem deparados com um problema necessitam buscar em suas estruturas cognitivas os conhecimentos prévios a fim de que possam emitir hipóteses sobre possíveis respostas ao problema proposto. Em seguida, o professor traz para a sala de aula a realização de atividades diversas que podem envolver o uso de: atividades experimentais; uso de textos de divulgação científica; modelos e analogias, vídeos, jogos, histórias em quadrinhos, charges, hiper-mídias, mídias digitais, entre outros. Durante a realização das atividades os estudantes são estimulados a trabalharem em grupo de forma colaborativa. Também são incentivados a realizarem algum tipo de pesquisa para que juntamente possam chegar à possíveis soluções para o problema proposto. Após essa etapa, os estudantes em grupo propõem uma solução para o problema. Como etapa final o professor oportuniza um momento de discussão de forma coletiva a fim de avaliar as respostas dos grupos ao problema.

Pelo exposto, pode-se inferir que a ABRP possibilita a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos são trabalhados no desenvolvimento das atividades, também, os estudantes participam nesse processo num movimento de ação (saber fazer) com atitudes de engajamento, discussão e colaboração com foco na resolução do problema.

Estudos dos autores Valdez e Bunghan (2019) e Rusmansyah et al. (2019) apontam que o ensino com uso de metodologia ABRP proporciona aos alunos a autonomia, a reflexão e uma tomada de decisão frente a problemas de ordem social, ambiental, científico, tecnológico e cultural. A ABRP se apresenta como uma metodologia que estreita a relação da ciência com a tecnologia e suas conexões com a sociedade de modo geral, importante fato para tornar a aprendizagem mais ativa e significativa. Gordillo e Galbarte (2002) citam que diante das descobertas e produções científicas e tecnológicas que a sociedade

mundial tem experimentado, há uma preocupação crescente em integrar a ciência e a tecnologia visando o bem-estar da sociedade.

Freitas (2017) comenta que as etapas metodológicas da ABRP, (figura 2) não precisam necessariamente ocorrer de forma sucessiva, cabe ao professor adaptá-las ao seu contexto escolar e levar em consideração as fases e as atividades que lhes forem cabíveis. Ainda, segundo Freitas (2017):

[...] entre as dificuldades que circundam o exercício da docência na educação básica, além do interesse do professor em querer inovar sua prática pedagógica, estão as limitações do contexto escolar. Isto é, nos limites que são colocados pelos elementos que fazem parte da dinâmica da escola, como por exemplo, a gestão da instituição de ensino; o tempo para cumprir com a carga horária e com o conteúdo programático de ensino proposto pelos Parâmetros para a Educação Básica do Estado; o próprio espaço físico das escolas; a parceria com colegas de outras disciplinas, entre outros. Estes são fatores que podem representar um obstáculo para o professor utilizar novas abordagens didáticas em sala de aula, como a resolução de problemas (FREITAS, 2017).

Corroborando com esta discussão, Campos e Fernandes (2020) comentam sobre três aspectos primordiais para que a ABRP possa ser implementada como uma metodologia inovadora no ensino de Química: 1) formação dos professores; 2) construção do conhecimento sobre a prática no ensino de Química (planejamento das atividades); 3) e apoio institucional, que pode auxiliar de forma decisiva na implementação da ABRP no currículo escolar.

PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO

A proposta aqui apresentada constitui numa sequência didática articulada a uma situação-problema sobre a temática conversão catalítica relaciona-

da ao conteúdo de reações químicas. A sequência didática construída representa um Produto Educacional tendo sido cadastrado no Educapes por meio do endereço: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/586555>.

Esse produto educacional – sequência didática utilizando ABRP – representa uma ferramenta educacional, disponível para professores de química do ensino médio que desejam utilizar metodologias ativas e dessa forma, dinamizar o processo de ensino e aprendizagem. Inicialmente, foi projetado para ser aplicado em turmas do 1º ano do ensino médio de escolas públicas da Paraíba, mas pode ser readaptado para turmas de escolas privadas, desde que sejam dados os devidos créditos aos seus autores.

As atividades pensadas nesse produto educacional, utilizam materiais disponíveis na maioria das escolas ou fáceis de adquirir, como vídeos e textos que podem ser baixados da internet; material escolar como folhas de papel ofício, impressora, quadro branco e pincéis, televisão; massa de modelar e palito (dente ou de fósforo); material para realização das reações químicas como água oxigenada (peróxido de hidrogênio), batata inglesa, carvão ativado, corante.

A sequência didática elaborada é composta por avaliação diagnóstica dos estudantes, situação-problema envolvendo conversor catalítico em motocicletas, aula expositiva/ discursiva sobre o conteúdo de reações químicas, exposição de vídeo sobre história das reações químicas, realização de aulas experimentais, construção de modelos atômicos/ moleculares, exposição de vídeo e texto sobre conversor catalítico em motocicleta e apresentação da (s) solução(ões). Também, um questionário para verificar as percepções dos estudantes acerca do processo de intervenção didática tendo como base o estudo de Likert (1932).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados foram: elaboração da situação-problema, elaboração de uma avaliação diagnóstica, elaboração de uma sequência de ensino e aprendizagem e elaboração/adaptação de um instrumento de análise das percepções dos estudantes em relação à sequência didática.

ELABORAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com Pozo e Crespo (1998) uma determinada situação só poderá ser considerada como problemática na medida em que se tenha o seu reconhecimento como tal e não se disponibilize de uma sequência de passos automatizados que possa solucioná-la sem que haja processo de reflexão e uma tomada de decisão por parte de quem deva responder ao problema. Para Pozo e Crespo (1998), levando em consideração uma perspectiva construtivista, a solução de problemas inicia-se sempre por estimular as concepções prévias dos alunos a respeito das informações que possibilitem compreender e perceber o problema.

Todas as vezes que tentamos aprender algo novo, recorreremos a nossos conhecimentos prévios na tentativa de organizar informações que permitam-nos compreender o que está sendo aprendido.

Assim, entendemos que conhecimentos prévios são todos aqueles conhecimentos (corretos ou incorretos) que cada sujeito possui e adquiriu ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e a escola. Esse conjunto de conhecimentos serve para que ele conheça o mundo e os fenômenos que observa, ao mesmo tempo em que o ajudam a prever e controlar os fatos e acontecimentos futuros. (POZO e CRESPO, 1998, p. 87).

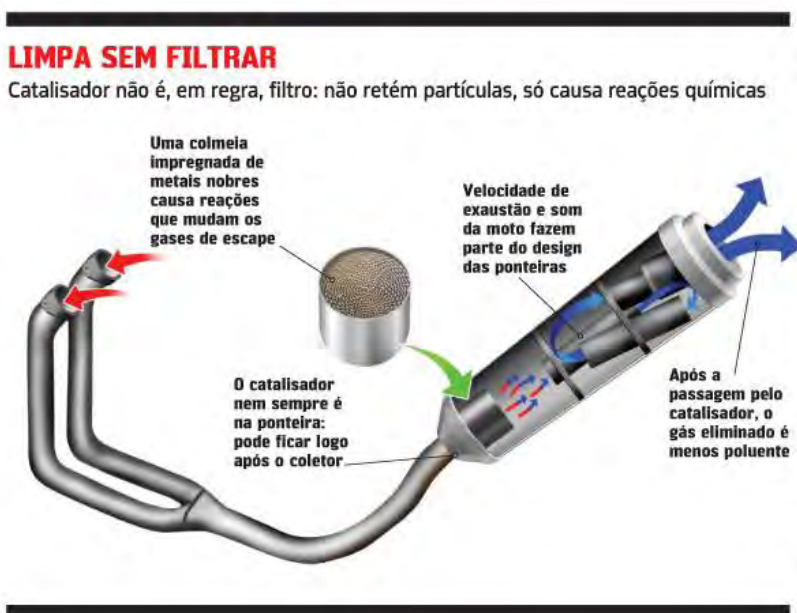
Portanto, é preciso averiguar que conhecimentos os estudantes apresentam sobre o conceito de reações químicas, conhecimentos esses que os auxiliarão na resolução do problema proposto.

Para elaboração do problema ou situação-problema foi pensada a temática conversor catalítico (figura 3) em motocicletas tomando como base as informações do PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares. De acordo com esse programa, o número de motocicletas tem aumentado vertiginosamente e esse meio de transporte tem percorrido distâncias que chegam a ser seis vezes maiores que aquelas percorridas por carros e, portanto, esses meios de transporte têm poluído muito o meio ambiente. Sobre o PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, o documento dispõe:

Assim surgiu em 2002 o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT, introduzido pela Resolução nº 297/2002 do CONAMA, com o objetivo de complementar o controle do PROCONVE e contribuindo, sobremaneira, para reduzir a poluição do ar por fontes móveis no Brasil. A legislação que fundamenta o PROMOT foi baseada nas legislações vigentes na Europa, principalmente na Diretiva das Comunidades Européias de nº 97/24/EC, sendo que os primeiros limites propostos para vigorar a partir de 2003 (equivalentes ao limite EURO I), levaram em consideração o estágio tecnológico em que se encontrava a indústria nacional de motociclos e similares. Seguiram-se fases posteriores com reduções significativas nas emissões, em equivalência aos limites estabelecidos pela CEE (limites EURO II e EURO III). Subseqüentemente, foram publicadas a Instrução Normativa IBAMA nº 17/2002 e a Resolução CONAMA 342/2003, complementando a Resolução 297/2002, estabelecendo limites EURO III para os motociclos, e cuja entrada em vigor se deu em 2009. (https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/promot_163.pdf. Acesso, fevereiro de 2020).

A situação-problema proposta nesse trabalho refere-se ao estudo de conversores catalíticos em motocicletas que, como veremos, trata-se de catalisadores heterogêneos. Portanto, a seguir estaremos dando ênfase a catalisadores heterogêneos. Na figura 3, temos um conversor catalítico em motocicleta que representa um desses tipos de catalisadores heterogêneos.

Figura 3: Conversor catalítico em motocicletas.

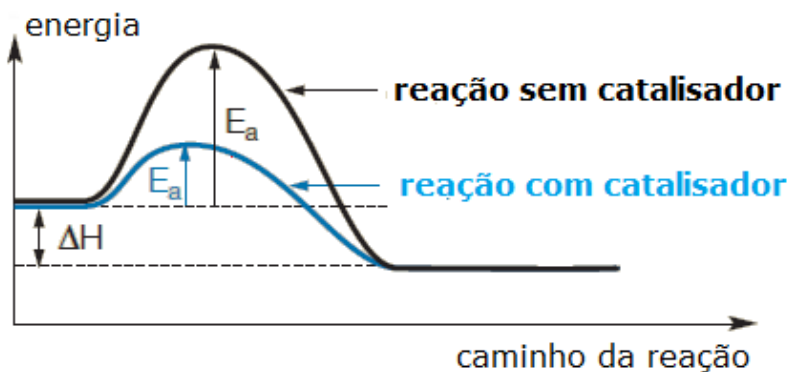


Fonte: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/catalisadores-no-escape/>.
Acesso, outubro de 2020.

Para Atkins, Jones e Laverman (2018) um catalisador é uma substância que acelera a velocidade de uma reação química, fornecendo um novo caminho – um mecanismo de reação diferente. Esse caminho alternativo apresenta energia de ativação menor que a da reação original. A energia de ativação representa a energia mínima e necessária para que a reação ocorra. Na figura

4 temos um gráfico que mostra as energias de ativação das reações com e sem o uso de catalisador.

Figura 4: Energia de ativação de uma reação química com e sem catalisador.



Fonte: <https://www.coladaweb.com/quimica/fisico-quimica/energia-de-ativacao>. Acesso, maio de 2020.

Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018) os catalisadores podem ser homogêneos ou heterogêneos. Um catalisador é homogêneo quando se encontra na mesma fase dos reagentes e um catalisador é heterogêneo quando se encontra em fase diferente da dos reagentes.

De acordo com Florencio (2015) na catálise heterogênea o mais comum é o catalisador estar na fase sólida e o reagente nas fases líquida ou gasosa. Esse catalisador, no geral, trata-se de um metal nobre como ouro (Au), prata (Ag), paládio (Pd), ródio (Rh) ou ítrio (Y). A reação ocorre na superfície do metal. As moléculas dos reagentes são adsorvidas na superfície do catalisador. As adsorções são reações de oxirredução, ou seja, o catalisador funciona como um ácido de Lewis, espécie receptora de elétrons, sofrendo redução e o reagente funciona como uma base de Lewis, espécie doadora de elétrons, sofrendo oxidação. Florencio (2015) destaca que na construção desses catalisadores,

como envolve metais nobres, logo são caros, se utiliza a estrutura interna feita de um material mais barato, exemplo um óxido, e recobre esse material com uma camada do metal nobre, pois a reação acontece somente na superfície. Existem dois tipos de catalisadores industriais: 1- Catalisador mássico constituído só pelo metal (mais caro). 2- Catalisador sobre material poroso de algum óxido, aumenta a superfície de contato e barateia o catalisador. Um problema para o uso do catalisador sobre material poroso é a sinterização. A sinterização constitui um processo que ocorre quando os átomos do metal começam a se aglutinar, diminuindo a área superficial e, portanto, limitando a eficiência do catalisador.

Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que os catalisadores ou conversores catalíticos utilizados nos veículos automotivos possuem a função de garantir a combustão rápida e completa do combustível que não foi queimado no motor. Os gases expelidos pelo motor são dióxido de carbono, água, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio (NO_x) e hidrocarbonetos não queimados. Segundo os autores, nesses catalisadores ou mistura de catalisadores, acontecem reações de oxirredução, como a dos compostos de carbono que sofrem oxidação a dióxido de carbono e a dos óxidos de nitrogênio (NO_x) que são reduzidos a nitrogênio. As zeólitas (aluminossilicatos) são empregadas na produção desses tipos de catalisadores heterogêneos por apresentar microporosos e estruturas com canais hexagonais unidos por túneis. Essas estruturas aumentam a superfície de contato com os reagentes. Outra característica das zeólitas reside na natureza fechada dos seus sítios ativos que permite que compostos intermediários permaneçam no interior dos canais até que os produtos sejam formados.

Pelo exposto, apresentamos a seguir a situação-problema proposta como ponto de partida da sequência didática:

Na tentativa de diminuir as despesas com transporte e aumentar a rapidez na locomoção, muitas pessoas têm sido influenciadas a adquirir motocicletas como

forma de transporte alternativo. Em consequência, o número de motocicletas nas ruas tem aumentado vertiginosamente o que vem acarretando um acréscimo no nível de poluição dos grandes centros urbanos. Para amenizar essa agressão ao meio ambiente, as motocicletas possuem em seu sistema de escapamento um equipamento fundamental, o conversor catalítico ou catalisador.

Com base no que fora exposto no texto acima, pergunta-se:

Q1) A maioria das motocicletas utilizam a gasolina e o álcool como combustíveis. Após a combustão, essas substâncias, gasolina e álcool, continuam sendo as mesmas ou se transformam em outras substâncias? Em caso afirmativo, escreva os nomes dessas novas substâncias.

Q2) No conversor catalítico acontecem transformações físicas ou químicas? Explique sua resposta.

Q3) Você poderia citar outros exemplos de transformações cotidianas similares àquelas que acontecem no conversor catalítico?

ELABORAÇÃO DE UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Para que se possa fazer uma avaliação diagnóstica dos alunos foi elaborado um questionário com quatro perguntas, para avaliar os conhecimentos deles sobre o conceito de reações químicas. Na análise das respostas desses alunos foram consideradas quatro categorias de análise: resposta satisfatória (RS), resposta parcialmente satisfatória (RPS), resposta insatisfatória (RI) e não respondida (NR) (LACERDA, 2012).

Quadro 1: questão N° 1 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 1	
Enunciado	Se aquecermos o iodo sólido (bolinhas de cor cinza) ele sofrerá sublimação e se formará um gás de cor lilás e um cheiro forte e irritante. Ao queimarmos o carvão também haverá liberação de gás (fumaça) e um cheiro característico. Em qual dos dois casos ocorre uma transformação química? Justifique.
Objetivo	Essa questão tem por finalidade identificar a compreensão dos alunos sobre o que é uma transformação química, diferenciando-a de uma transformação física. Aqui, busca-se usar duas situações similares com o intuito de identificar se os alunos apresentam a noção científica esperada de reação química. A ideia é partindo de dois experimentos similares aprofundar a discussão sobre reação química e processo físico a partir de fenômenos semelhantes. De acordo com Piaget (1977) é necessário oportunizar atividades experimentais aos alunos, para que eles, de forma espontânea, possam validar ou invalidar as hipóteses que formularam na tentativa de explicar um determinado fenômeno.
Avaliação	Para efeito de avaliação serão consideradas satisfatórias (RS) as respostas daqueles alunos que indicarem que no experimento do iodo ocorreu uma transformação física em virtude de se tratar apenas de uma mudança de estado físico, podendo ser facilmente recuperada a fase sólida com o resfriamento da fase gasosa. E no caso do aquecimento do carvão, ocorre uma reação química porque o carvão contém carbono e ao ser aquecido entra em combustão reagindo com oxigênio do ar e formando o gás carbônico. As respostas serão consideradas parcialmente satisfatória (RPS) se os alunos conseguirem classificar adequadamente e propuserem uma explicação para suas respostas. Essas respostas devem demonstrar que eles usaram seus conhecimentos prévios, no entanto, não souberam verbalizar para uma linguagem próxima da proposta pelo modelo científico. Serão consideradas as respostas insatisfatórias (RI) aquelas em que os alunos classificaram de maneira errada e/ou propuserem uma explicação inadequada para sua escolha. Serão consideradas como não respondidas (NR) as questões em que os alunos não apresentarem respostas.

Fonte: Própria.

Quadro 2: questão N° 2 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 2	
Enunciado	<p>A seguir são apresentadas algumas situações do cotidiano. Assinale a(s) situação(ões) em que está(ão) ocorrendo reação(ões) química(s) e apresente duas evidências que justifiquem suas respostas.</p> <p>() Enferrujamento de um portão por falta de pintura () Apodrecimento de uma fruta () Preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água () Combustão da gasolina dentro do motor de um veículo () Cozimento de um alimento () Desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária () Derretimento do gelo () Explosão de uma bomba</p>
Objetivo	<p>Na questão 2 busca-se colocar os alunos frente as situações do dia-a-dia com a intenção de fazê-los perceber os diversos tipos de reações químicas que os cercam e, usando as evidências macroscópicas possam diferir entre as reações químicas e as transformações físicas. Neste caso, são consideradas reações químicas enferrujamento de um portão por falta de pintura (evidências macroscópicas: mudança de cor e corrosão do metal devido à ação do oxigênio atmosférico), apodrecimento de uma fruta (evidências macroscópicas: mudança de cor, sabor, cheiro, textura), combustão da gasolina dentro do motor de um veículo (evidências macroscópicas: produção de gases, aquecimento, produção de vapor de água), cozimento de um alimento (evidências macroscópicas: mudança de cor, cheiro, sabor, textura), desbotamento de uma roupa colorida ao entrar em contato com a água sanitária (evidências macroscópicas: mudança de cor, enfraquecimento do tecido) e explosão de uma bomba (evidências macroscópicas: produção de gases, liberação de calor e luz, odor). São classificados como fenômenos físicos preparar uma garapa dissolvendo o açúcar na água (o açúcar apenas se dissolve, ou seja, tem suas partículas dispersas no solvente água, porém continua sendo sacarose) e derretimento do gelo (trata-se de uma mudança de fase da água, passando da fase sólida para a líquida).</p>
Avaliação	<p>Serão consideradas como respostas satisfatórias (RS) a correta identificação das situações que representem reações químicas, desde que sejam apresentadas as evidências que foram identificadas por eles para que fossem tomadas essas decisões. Serão consideradas como parcialmente satisfatória (RPS) aquelas respostas que apresentem a correta identificação de mais da metade das situações acompanhadas das suas evidências. As respostas consideradas insatisfatórias (RI) serão aquelas em que os acertos atingirem um número menor que a metade das situações apresentadas. Quando os alunos não apresentarem respostas (NR) serão considerados como questão não respondida.</p>

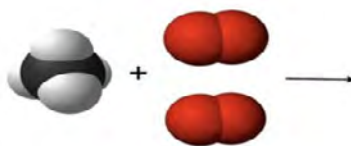
Fonte: Própria.

Quadro 3: questão N° 3 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 3

A imagem a seguir representa um modelo atômico/molecular para a reação química entre o gás metano (CH_4) e o gás oxigênio (O_2) formando gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Na imagem só aparece os reagentes, faça um desenho semelhante (pintando com as mesmas cores os átomos de um mesmo elemento químico) mostrando os produtos formados colocando-os a direita da seta. O carbono está representado pela bola de cor preta, o hidrogênio de cor cinza e o oxigênio de cor vermelho.

Figura 05: Modelo atômico/molecular da reação metano e oxigênio

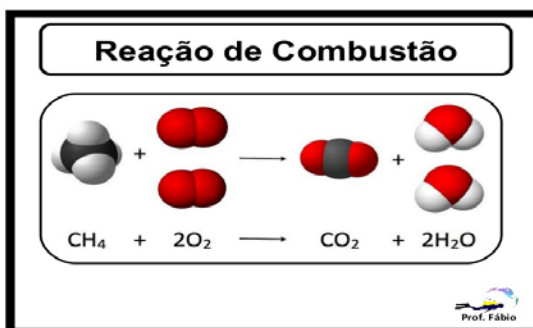


Fonte: pt.slideshare.net

Enunciado

Atkins, Jones e Laverman (2018) relatam que essa reação trata-se de uma de reação de combustão em que o metano reage com o oxigênio do ar, convertendo-se a dióxido de carbono e água e liberando energia, sendo portanto, exotérmica. As ligações carbono-hidrogênio da molécula do metano são substituídas pelas ligações O-H, presentes na água, e a ligação oxigênio - oxigênio é substituída por duas ligações C=O. A seguir temos a equação que representa essa reação:

Figura 06: Reação de combustão do metano



Fonte: <https://pt.slideshare.net/fabioois/combusto-17859548>, Acesso, janeiro de 2020.

Objetivo	Nessa questão os alunos são provocados a através de uma representação atômico/molecular, demonstrar seus conhecimentos sobre o rompimento das ligações entre os átomos que formam as moléculas dos reagentes, havendo um novo reordenamento desses átomos com consequente formação de novas ligações e dando origem aos produtos.
Avaliação	Com base nessas informações serão consideradas respostas satisfatórias (RS) aquelas em que os alunos conseguirem apresentar um desenho condizente com as representações das moléculas de gás carbônico e água nas quantidades certas (uma molécula de gás carbônico e duas moléculas de água); Serão consideradas parcialmente satisfatórias (RPS) as respostas dos alunos que conseguirem fazer os desenhos das moléculas do gás carbônico e da água em quantidades diferentes daquelas que causariam o balanceamento da equação; As respostas que apresentarem desenhos que não condizem com as moléculas de gás carbônico e água serão consideradas insatisfatórias (RI) e os alunos que não apresentarem respostas serão consideradas não respondida (NR).

Fonte: Própria.

Quadro 4: questão N° 4 da avaliação diagnóstica.

Questão N° 4	
Enunciado	<p>A amônia é uma substância que pode ser utilizada na fabricação de fertilizantes agrícolas, de produtos de limpeza, de explosivos, fibras e plásticos, entre outros produtos.</p> <p>Considerando que a amônia (NH₃) seja obtida através de uma reação entre os gases hidrogênio (H₂) e nitrogênio (N₂) e considerando ainda que a reação seja completa (sem reagentes em excesso) responda as questões abaixo de acordo com as leis de Lavoisier (conservação das massas) e Proust (proporções fixas).</p> $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(g)} \quad (23)$ <p>Dados (massas molares: N₂ = 28g/mol; H₂ = 2g/mol e NH₃ = 17g/mol)</p> <p>a) Qual a quantidade de amônia formada se reagirem 6g de gás hidrogênio com 28g de gás nitrogênio?</p> <p>b) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia formada, se forem utilizados 14g de gás nitrogênio?</p> <p>c) Que quantidades dos gases hidrogênio e nitrogênio devem reagir para formar 68g de amônia?</p> <p>d) Qual a quantidade de gás nitrogênio consumida e de amônia formada, se forem utilizados 24g de gás hidrogênio?</p> <p>e) Qual a quantidade de gás hidrogênio consumida e de amônia formada se forem utilizadas 280g de gás nitrogênio?</p>

Objetivo	Nessa questão serão trabalhados cálculos matemáticos aplicados as leis da conservação da massa (Lei de Lavoisier) e as proporções definidas (Lei de Proust).
Avaliação	<p>Para avaliação dessa questão serão usados os critérios resposta satisfatória (RS) para as respostas dos alunos que encontrarem os seguintes valores:</p> <p>Alternativa a) 34g de amônia;</p> <p>Alternativa b) 3g de gás hidrogênio e 17g de amônia;</p> <p>Alternativa c) 12g de gás hidrogênio e 56g de gás nitrogênio;</p> <p>Alternativa d) 112g de gás nitrogênio e 136g de amônia;</p> <p>Alternativa e) 60g de gás hidrogênio e 340g de amônia.</p> <p>Serão consideradas respostas parcialmente satisfatória (RPS) aquelas em que os alunos apresentarem mais de cinquenta por cento de acerto; resposta insatisfatória (RI) aquelas respostas com menos de cinquenta por cento de acerto e não respondida (NR) quando os alunos não apresentarem respostas.</p> <p>Na aplicação desse questionário, os alunos deverão responder individualmente. Para auxiliá-los será feita a leitura e discussão do mesmo antes deles começarem a responder. O questionário será aplicado no formato impresso em papel e disponibilizado pelo pesquisador que informará aos mesmos que eles terão um tempo de 50 minutos para devolução do questionário respondido.</p>

Fonte: Própria.

ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Utilizaremos as orientações das etapas metodológicas da ABRP sistematizada por Freitas (2017) para organização da nossa sequência didática. Nesse sentido, o professor atua no processo de elaboração da situação-problema, elaboração/proposição das atividades didáticas e como mediador do processo de ensino e aprendizagem instigando os estudantes no processo de resolução da situação-problema, criando condições para a construção dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os estudantes atuam como os agentes ativos do processo, levantando hipóteses sobre a situação-problema, analisando e escolhendo as fontes de pesquisas, refletindo, dialogando em grupo, opinando, analisando os recursos, elaborando estratégias de resolução para a situação-problema, apresentando seus resultados, discutindo e

avaliando todo o processo de construção de aprendizagem. A seguir é mostrada a sequência didática proposta.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

Quadro 5: Avaliação diagnóstica.

1° MOMENTO: Avaliação diagnóstica		
Tempo	Atividade	Procedimento
50 minutos	Aplicação de questionário	Realizar explanações acerca da intervenção didática. Em seguida aplicar questionário impresso em papel com alunos para se obter uma avaliação diagnóstica dos seus conhecimentos prévios sobre o conceito de reações químicas.

Fonte: Própria.

Quadro 6: Leitura e apresentação do problema.

2° MOMENTO: Leitura e apresentação do problema relacionado ao conversor catalítico em motocicletas		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	<p>Leitura e apresentação do problema;</p> <p>Levantamento de hipóteses;</p> <p>Identificar as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem.</p>	<p>Após a leitura e apresentação do problema por um dos estudantes, eles deverão formar duplas e fazer o levantamento dos seus conhecimentos prévios anotando o que sabem sobre o tema.</p> <p>Em seguida, deverão formular hipóteses na tentativa de resolver o problema. Identificar as informações imprescindíveis e as deficiências na aprendizagem.</p> <p>A partir das respostas e das hipóteses levantadas pelos alunos serão aplicados os demais passos da sequência didática no intuito de fornecer elementos que instiguem os alunos na busca pelas soluções do problema e na produção de outros conhecimentos que propiciem um entendimento do conceito científico de reações químicas.</p>

Fonte: Própria.

Quadro 7: Aula expositiva e explicativa.

3° MOMENTO: Aula expositiva/ explicativa sobre reações químicas		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	Aula explicativa/ expositiva com discussões envolvendo o conteúdo explanado	Realização de uma aula expositiva/ explicativa sobre reações químicas seguida de questionamentos e discussões acerca do conteúdo. Será solicitado que os alunos façam anotações no caderno para servir de registro.

Fonte: Própria.

Quadro 8: Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas.

4° MOMENTO: Exposição de vídeo sobre a história das reações químicas.		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	Exposição de vídeo sobre história das reações químicas; Atividade em grupo.	Após a aplicação do vídeo (Fig.07) será levantado debate sobre a importância da história da química dando ênfase ao tema reações químicas. Em seguida, será aplicada uma atividade que deverá ser respondida em grupos de quatro alunos. Essa atividade constará de quatro perguntas abertas sobre o vídeo. Os alunos receberão as perguntas impressas em papel ofício e deverão responde-las na própria folha e entregá-las, após responder, ao professor.

Fonte: Própria.

Figura 07: Reações químicas: os primórdios.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=HLAxYoLDO7E>. Acesso, dezembro de 2019.

Perguntas relacionadas ao vídeo reações químicas os primórdios:

1) Quando a madeira queima, no que ela se transforma? Escreva a equação química que representa essa transformação.

2) O vídeo fala que é possível encontrar o metal cobre livre na natureza, mas que ele também pode ser obtido se forem escolhidas as pedras certas e colocadas no fogo. Logo, ao queimar essas pedras pode-se obter cobre metálico. Esse processo de obtenção do cobre representa uma reação química? Em caso positivo, escreva a equação que representa essa transformação. Se julgar negativo, explique o porquê.

3) Na queima da madeira, durante sua transformação, principalmente, em cinzas, que mudanças podem ser observadas durante essa transformação?

4) Cite pelo menos dois produtos do nosso cotidiano, mostrados no início do vídeo, que foram obtidos a partir de transformações químicas? Escolha um desses produtos e indique a matéria-prima que o originou.

Quadro 9: Realização de aulas experimentais.

5° MOMENTO: Realização de aulas experimentais.		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	Experimento 1: Decomposição do peróxido de hidrogênio por catálise enzimática (batata inglesa e água oxigenada) Experimento 2: Adsorção de moléculas de corante em solução aquosa a superfície do carvão ativado	Para aplicação desse quinto momento serão realizadas aulas experimentais que poderão ser realizadas na própria sala de aula, caso a escola não disponha de laboratório de química amplo que comporte todos os alunos com segurança. Antes da realização dos experimentos o professor orientará a turma sobre as normas de segurança em laboratório. Os alunos formarão cinco equipes com quatro alunos. Cada equipe realizará os mesmos experimentos e deverão escolher um colega do grupo para fazer as anotações acerca das observações identificadas pela equipe durante a realização de cada experimento.

Fonte: Própria.

Realizados os experimentos por todos os grupos, será solicitado que pesquisem e anotem em uma folha as equações das reações químicas que representem cada experimento realizado nessa aula prática identificando as diferentes características analisadas em cada experimento.

Nesse momento da SD, relacionaremos os três aspectos do conhecimento químico, fenomenológico ou macroscópico, teórico ou microscópico e o simbólico ou representacional com os focos de interesse da química, constituição, propriedades dos materiais e transformações químicas de acordo com Mortimer e Machado (2016). A atividade foi elaborada com o objetivo de:

- Analisar os estados inicial e final da transformação demonstrada no experimento através da equação química (transformação química – simbólico ou representacional);

- Levantar e anotar, através da observação e dos sentidos, as características macroscópicas da reação: mudança de cor, odor, estado físico, liberação de gás, formação de precipitado (propriedades das substâncias e dos materiais – aspecto fenomenológico ou macroscópico).

- Relacionar as propriedades dos materiais as suas partículas atômica/molecular que formam esses materiais (constituição – teórico ou microscópico).

Essa aula terá uma duração de 50 minutos e as pesquisas sobre as equações químicas (nível representacional do conhecimento químico) serão feitas em casa e trazidas na próxima aula e entregues ao professor.

Quadro 10: Utilização de modelo atômico/ molecular (utilização de massa de modelar e palitos de dente).

6° MOMENTO: Utilização de modelo atômico/ molecular (utilização de massa de modelar e palitos de dente)		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	Montagem de modelos atômicos/ moleculares com massa de modelar e palitos. Escrever as equações químicas devidamente balanceadas das reações químicas indicadas pelo professor	Será solicitado aos alunos que formem quatro grupos de cinco participantes. Em seguida, o professor disponibilizará o material necessário. Os grupos receberão massinhas de modelar com as mesmas cores. Haverá uma votação para que os alunos escolham uma cor para cada elemento químico. Exemplo, carbono fica com a cor preta. Decidido as cores de cada elemento, todos os grupos adotarão as cores escolhidas para seus respectivos elementos químicos. A adoção de mesma cor pelos grupos é para que não haja confusão na hora de comparar as respostas. O professor escreverá duas equações químicas no quadro. No entanto, no lugar das fórmulas químicas será usado os nomes dos reagentes e produtos, cabendo aos alunos pesquisar, no celular, as fórmulas químicas e montar as equações químicas, identificando reagentes e produtos.

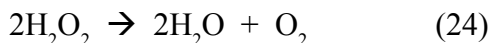
Fonte: Própria.

Essa aula será usada para que os alunos possam simular uma transformação química do ponto de vista atômico/molecular e buscar entender o princípio de quebra e formação de ligações químicas com rearranjo dos átomos. Os modelos serão confeccionados pelos alunos usando massa de modelar e palitos. Além do baixo custo a utilização desse material visa envolver os alunos num processo mais ativo.

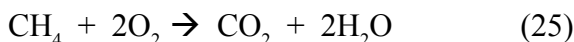
Após serem criados os modelos atômicos e montadas as equações químicas os alunos deverão fazer o balanceamento usando os modelos e anotar as reações no caderno. As equações que serão solicitadas aos alunos nessa atividade são a decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio e a reação de combustão do metano com o gás oxigênio produzindo dióxido de carbono

e água. As equações solicitadas e devidamente balanceadas estão mostradas a seguir:

Decomposição da água oxigenada (peróxido de hidrogênio):



Combustão do gás metano:



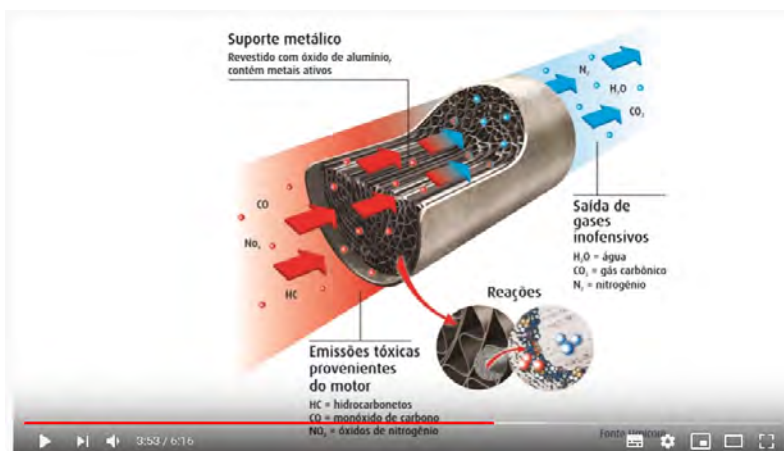
Quadro 11: Exposição de um vídeo sobre o tema envolvendo o problema proposto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico.

7° MOMENTO: Exposição de um vídeo sobre o tema e aplicação de texto: transformações que ocorrem em um conversor catalítico e escapamento de motos.		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	<p>Apresentação de vídeo e texto sobre conversores catalíticos em motocicletas.</p> <p>Orientações sobre a produção de slides com as respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.</p>	<p>Apresentação de um vídeo sobre o funcionamento do conversor catalítico em motocicletas e disponibilização de um texto "intitulado: escapamento, mais do que um simples tubo" retratando o mesmo tema. Após as apresentações do vídeo e do texto o professor passará os informes e as orientações de como serão as apresentações da(s) solução (ões) para o problema proposto. Será solicitado que os alunos retomem suas duplas iniciais (1° momento) e produzam slides com a solução do problema, objeto dessa pesquisa, apresentando, também outros conhecimentos que aprenderam durante o processo.</p>

Fonte: Própria.

O catalisador ou conversor catalítico é um equipamento indispensável ao completo processo de combustão e tem como objetivo acelerar a transformação de gases poluentes como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio convertendo-os em dióxido de carbono, vapor d'água e nitrogênio. Na figura (8), temos a imagem do vídeo que trata do conversor catalítico em motocicletas e será usado em uma das etapas da SD.

Figura 08: Vídeo sobre conversor catalítico de motocicletas.



Fonte: Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=G9dECQ7jMHc>.
Acesso em abril de 2020.

A seguir, na figura 09, temos a imagem do texto que será disponibilizado como meio de consulta para os estudantes, trata da importância do conversor catalítico em motocicleta no tubo de escapamento.

Figura 09: Texto sobre a importância do conversor catalítico no escapamento.



Fonte: <https://www.honda.com.br/motos/blog/escapamento-mais-do-que-um-simples-tubo>.
Acesso, abril 2020.

Quadro 12: Apresentação das respostas ao problema.

8° MOMENTO: Apresentação das respostas ao problema		
Tempo	Atividades	Procedimento
50 minutos	Exposição em slides das respostas encontradas para o problema proposto neste estudo e dos conhecimentos adquiridos durante o processo.	Nesse momento da intervenção didática, os alunos voltarão a formar as duplas iniciais e de acordo com as orientações dadas pelo professor no momento anterior, deverão fazer suas apresentações da(s) solução(ões) às questões da situação-problema utilizando agora uma linguagem mais próxima daquela exigida pelo conhecimento científico.

Fonte: Própria.

A análise da compreensão dos estudantes após a vivência da sequência didática pautada na aprendizagem baseada na resolução de problemas será realizada por meio de todas as atividades entregues pelos grupos de estudantes feitas em cada momento específico da sequência didática.

INVESTIGAÇÃO DAS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES APÓS A VIVÊNCIA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA À TEMÁTICA CONVERSÃO CATALÍTICA EM MOTOCICLETAS

Para análise das percepções dos estudantes referentes à sequência de ensino e aprendizagem, propomos um instrumento de coleta de dados fundamentado no uso da escala Likert (1932). A escala Likert foi pensada e produzida pelo psicólogo americano Rensis Likert. Constitui num instrumento de coleta de dados formado por assertivas que variam da seguinte forma: Concordo Totalmente (CT), concordo (C), Indiferente (I), discordo (D), discordo totalmente (DT). Diante de um tema específico de pesquisa, os indivíduos, participantes da investigação são convidados a se posicionarem informando seu grau de concordância ou discordância. A soma das pontuações obtidas por cada indivíduo respondente corresponde a soma total obtida para cada assertiva.

A escala Likert foi escolhida neste estudo, pois é considerada um instrumento eficaz quando a coleta de dados está relacionada com uma temática que envolve sentimentos e emoções vividas pelos indivíduos em diferentes situações (LUCENA, 2020). Com base no trabalho de Lucena (2020), apresentamos a seguir no quadro (13) as assertivas que serão utilizadas para que os estudantes se posicionem com relação a cada uma delas considerando o seu grau de concordância.

Quadro 13: Assertivas para o posicionamento dos estudantes.

Assertivas para posicionamento dos estudantes	CT	C	I	D	DT
1. A compreensão do problema ocorreu sem dificuldades.					
2. A estratégia utilizada durante o curso tornou o curso mais interativo e menos cansativo.					
3. A utilização do vídeo facilitou a compreensão do problema proposto.					
4. Não foi disponibilizado recursos suficientes para que o problema fosse solucionado.					
5. Surgiram dificuldades durante a resolução do problema.					
6. O tema escolhido foi contemporâneo.					
7. A estratégia utilizada durante o curso contribuiu para a aprendizagem do tema.					
8. O trabalho em grupo proporcionou discussão.					
9. A linguagem utilizada durante o curso facilitou a compreensão do problema.					
10. O experimento realizado pelo grupo facilitou a compreensão do problema.					
11. A estratégia vivenciada pelo grupo foi pertinente para a resolução do problema.					
12. A estratégia utilizada me incentivou a trabalhar de forma mais independente do que faço normalmente nas aulas expositivas.					

Fonte: Própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar essa pesquisa, procuramos utilizar uma metodologia ativa para oportunizar uma aprendizagem significativa para os estudantes sobre o conteúdo reações químicas utilizando a temática conversão catalítica em motocicletas. Nesse sentido, utilizamos a ABRP e construímos uma sequência didática apoiada nas etapas metodológicas da ABRP sistematizadas por Freitas (2017).

Elaboramos uma avaliação diagnóstica para que nos possibilitasse um instrumento de coleta de dados sobre as concepções prévias que os estudantes trazem consigo sobre o conteúdo de reações químicas. A sequência didática foi elaborada com base nas etapas metodológicas da ABRP metodológica.

A situação-problema foi elaborada e constitui o ponto de partida para a realização das etapas seguintes planejadas pelo professor. A situação-problema é inicialmente apresentada aos estudantes, estes formulam suas hipóteses, o professor ativa conhecimentos prévios deles, os estudantes apresentam possíveis respostas; em seguida, são realizadas atividades didáticas para fornecer subsídios aos estudantes; eles analisam e apresentam suas respostas e depois avaliam todo o processo. A situação-problema que elaboramos trata-se de um problema escolar qualitativo, segundo Pozo e Crespo (1998), os problemas escolares qualitativos são problemas abertos, onde os estudantes devem procurar explicar certo fato, a partir da análise de situações cotidianas ou científicas. Os estudantes devem utilizar seus conhecimentos prévios unindo com as informações recebidas para propor hipóteses que auxiliem na resolução do problema.

Elaboramos um instrumento que permita aos estudantes identificar suas percepções após a aplicação da sequência didática pautada na resolução de problemas que envolve o conteúdo químico reações químicas articulado a temática conversão catalítica em motocicletas. O instrumento usado para essas

percepções é a escala Likert (1932) que possibilita aos estudantes se posicionarem em relação a SD informando seu grau de concordância ou discordância.

O produto educacional que constitui a sequência didática exigiu do pesquisador, um dos autores deste trabalho, um enorme engajamento e muitas horas de estudo devido a imperícia com a ABRP e por estar engessado na metodologia tradicional há muitos anos em sala de aula. Este último fato, resultou na escolha pela abordagem baseada na resolução de problemas para produção desse trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, B. Pupil's conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, v.18, n. 1, p.53-85, 1990.

ATKINS, P. LORETTA, J. LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed., Porto Alegre: Bookman, 2018.

AZEVEDO, M.C.P.S. O ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa a prática**. São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33, 2010.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio. Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 27 de abr. de 2020.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, educação em ciência e ensino das Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CAMPOS, A. F.; FERNANDES, L. dos S. Tendências de pesquisa sobre a aprendizagem baseada em problemas no Journal of Chemical Education. **Revista Pesquisa e Ensino**, v.1, e202023, p. 1-24, 2020.

CONNECT ESCOLAS. A importância de incentivar aulas dinâmicas. 2019. Encontrado em: <http://www.connectescolas.com.br/blog/a-importancia->

-de-incentivar-aulas dinamicas#:~:text=As%20aulas%20din%C3%A2micas%20podem%20ser,a%20memoriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20o%20aprendizado. Acesso em: 28 de junho de 2021.

FLORENCIO, A. **Agilizando - Catálise heterogênea**. 2015 (14m59s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jhrwBV2UIRU>> Acesso em 03 jun. 2020.

FREITAS, A. P. **Percepções de professores de química do nível médio acerca do ensino por resolução de problemas por meio da divulgação científica de pesquisas desenvolvidas nesta direção**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

GORDILLO, M. M.; GALBARTE J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 17-59, 2002. Disponível em:<<http://www.campus-oei.org/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

LACERDA, C. de C., CAMPOS, A. F. y MARCELINO-Jr, C. de A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**, v.34, n.2, p.75-82, 2012.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 22, 140, p. 1-55. 1932.

LOPES, A.R.C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. **Química Nova na Escola**. p. 7, 1995.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V., ALVES. N. G. (org.) **Aprendizagem Baseada em Problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**). – Rio de Janeiro: Publíki, 2019.

LUCENA, M. D. P. de. **Aprendizagem baseada em problemas na abordagem da temática combustão**. Dissertação de mestrado profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. UFRPE, 80p. 2010.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. 3. Ed. – São Paulo: Scipione, 2016.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivete Braga, 5^a ed. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora, 1977.

POZO, J.I.; CRESPO, M.G.A. **A solução de problemas nas ciências da natureza**. In: POZO, J.I. A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, p. 67-98, 1998.

JUSTI, R.S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas? **Química Nova na Escola**, p. 26, 1998.

RANGEL, M.d.C e CARVALHO, M.F.A. Impacto dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar. **Química Nova**, v. 26, n. 2, p. 265-277, 2003.

RUSMANSYAH.; YUANITA, L.; IBRAHIM, M.; ISNAWATI.; PRAHANI, B. K. **Journal of Technology and Science Education**, v.9, n.1, p. 59-76, 2019.

ROSA, M.I.F.P.S e SCHNETZLER, R.P. Sobre a importância do conhecimento transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, p.34, 1998.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, p.27, 1995.

VALDEZ, J. E.; BUNGIHAN, M. E. Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. **Journal of Technology and Science Education**, v.9, n.3, p. 282-294, 2019.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia da Arte**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

ABORDAGEM DE LIGAÇÃO METÁLICA NUMA PERSPECTIVA DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA

Imerson da Mota Ferreira
Lucas dos Santos Fernandes
Angela Fernandes Campos

INTRODUÇÃO

As ligações químicas representam um assunto de fundamental importância, e seu conhecimento é essencial para um melhor entendimento das transformações que ocorrem em nosso mundo. Para muitos investigadores, o conceito de ligação química é considerado crucial dentro da química, tendo em vista que, sua compreensão permite que o estudante possa desenvolver com êxito outras áreas desta ciência, por exemplo, reações químicas, estruturas moleculares, equilíbrio químico, termodinâmica e inclusive conteúdos da biologia. Apesar de sua importância, o tema ligação química, tem sido apontado por alguns investigadores (COLL e TREAGUST, 2003, DE POSADA, 1997) como sendo de difícil compreensão por parte dos alunos (ACAR e TAHAN, 2008). Dentre os três tipos de ligação química (iônica, covalente e metálica), a literatura aponta a ligação metálica como sendo a menos assimilada pelos estudantes. Considerando as dificuldades identificadas nos estudos que envolvem o ensino e a aprendizagem de ligação metálica, esta investigação propõe avaliar a eficácia de uma estratégia didática elaborada tendo como referência teórica o ensino por situação-problema (SP).

Assumimos nesse estudo a ideia de Meirieu (1998, p.192) sobre SP: *“uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa”*.

No ensino por situação-problema há no enunciado a presença de um obstáculo. A transposição desse obstáculo é garantia, segundo Meirieu (1998), que ocorreu a aprendizagem. Nesse sentido, é importante que o professor ao elaborar uma situação-problema tenha conhecimento sobre o nível cognitivo dos estudantes, pois o obstáculo presente na SP não pode ser tão difícil para que o indivíduo não evite a aprendizagem, nem ser tão simples, de tal forma que se perca a noção da presença do obstáculo. Além disso, a SP precisa despertar no indivíduo o interesse por resolvê-la, ou seja, o aprendiz precisa sentir-se motivado para a busca da solução. Nesse sentido, Lopes (1994) comenta que a SP deve estar contextualizada (SILVA et al, 2014). Estudos mostram (VERÍSSIMO, 2011, LACERDA, 2012), que abordagem de conteúdos químicos por meio de situações-problema é relevante e deve estar presente no ensino atual de Química, pois, proporciona o desenvolvimento de competências diversas relacionadas com procedimentos, atitudes, representação, comunicação, investigação (SILVA et al, 2014).

É importante destacar que resolver uma SP é diferente de resolver exercícios. Nos exercícios, o estudante geralmente faz uso de algoritmos prontos, já estabelecidos, por isso, exige muito pouco do estudante o raciocínio. Baseiam-se na repetição e automatismo e são apresentados pelo professor após o processo de ensino e aprendizagem (LOPES, 1999). Resolver uma SP, segundo Silva et al., (p.2, 2014),

“exige muito mais que conhecer: exige saber agir, tomando como base os conhecimentos pré-construídos. Além disso, o processo de resolução da situação-problema pode

potencializar a interação entre aluno-professor e aluno-aluno uma vez que ocorrerá uma permanente discussão dos conteúdos químicos o que poderá propiciar uma construção coletiva do conhecimento” (SILVA et al., 2014, p.2).

Por isso, propor estratégias didáticas tendo como referencial o modelo de ensino por situação-problema demanda do professor pesquisa, planejamento e competências diversas.

METODOLOGIA

SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram 09 alunos, distribuídos em dois grupos, do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior que estava cursando a disciplina Química Inorgânica, oferecida no quarto período.

ELABORAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO-PROBLEMA (SP)

O ensino por meio de SP pode desenvolver nos estudantes aprendizagens diversas, no entanto, não é algo simples de ser elaborado e demanda um bom planejamento do professor/pesquisador. Nesse sentido, alguns autores dão algumas orientações para o trabalho do professor em sala de aula nessa perspectiva. Mais uma vez nos reportamos a Meirieu (1998, p.181) e considerando suas orientações (tabela 1) foi elaborada a SP descrita a seguir e as atividades que foram desenvolvidas com os estudantes. A SP constou de uma notícia verídica e retirada de um site: a reportagem relata um roubo de fios de fibra ótica, na qual esses fios possuem o metal cobre: *seis homens foram presos em flagrante roubando fios de cobre da empresa de telefonia Oi. A polícia chegou até os suspeitos por meio de denúncias anônimas de que uma quadrilha estaria furtando o material. Ao chegar ao local, os policiais encontraram um caminhão caçamba com 13 tubos de fios de cobre. Cada tubo possuía cerca de seis metros. De*

acordo com informações repassadas pelos suspeitos aos policiais, cada quilo de fio de cobre seria vendido a R\$ 7. Após a prisão, o grupo foi encaminhado à Delegacia de Plantão da Boa Vista. Todos foram autuados por furto qualificado e formação de quadrilha. A reportagem acima relata o roubo de fios de cobre. Porque esse metal é utilizado na transmissão de energia elétrica? Como explicar o seu comportamento considerando os aspectos macroscópico, teórico e representacional do conhecimento químico?

A tabela 1 mostra as orientações de Meirieu (1998) e sua relação com as atividades desenvolvidas para os estudantes.

Tabela 1: Orientações de Meirieu (1998) para o professor no processo de elaboração de uma SP.

Orientação de Meirieu	Atividades desenvolvidas
1. Qual o meu objetivo? O que eu quero fazer com que o aluno adquira e que para ele represente um patamar de progresso importante?	Que os alunos aprendam sobre a ligação metálica, com relação aos três níveis do conhecimento químico, teórico (microscópico), fenomenológico (macroscópico), representacional.
2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada, o acesso a esse objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução, etc.)?	Inicialmente as instruções-alvo, como divisão dos alunos em grupos de no máximo cinco componentes. Incentivar a participação dos alunos nos grupos a fim de que haja levantamento de hipóteses, troca de ideias. Realizar uma breve apresentação sobre o trabalho que será desenvolvido.
3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização da tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir?	Apresentação da situação-problema, realização de um experimento sobre condutividade elétrica, apresentação de um vídeo sobre a condução e térmica nos metais, e discussão sobre uma hiperfúria que traz as estruturas cristalinas cúbico de face centrada, cúbico de corpo centrado e hexagonal compacto dos metais.
4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento?	Atividades mediadas pela professora com constantes discussões referentes ao tema, interações entre os alunos e entre a professora e os alunos. Atividades em grupo.

Fonte: Própria.

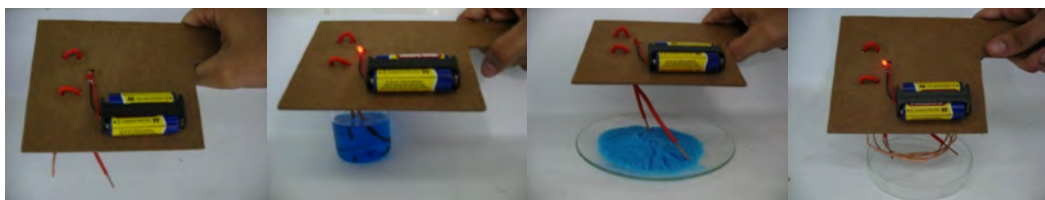
CONSTRUÇÃO/SELEÇÃO DE INSTRUMENTOS DIDÁTICOS

Os instrumentos didáticos foram construídos/selecionados com base nas discussões na literatura (ACAR & TARHAN, 2008) sobre as dificuldades de aprendizagem de ligação metálica. Além disso, buscou-se contemplar os três níveis do conhecimento químico, a saber: os aspectos teórico, representacional e fenomenológico do conhecimento químico (MORTIMER et al., 2000). O aspecto teórico diz respeito à natureza atômico-molecular, ou seja, explicações abstratas, como átomo, molécula, íon, elétron; nesse sentido, seria a Teoria de Lorentz (ATKINS, 2006) sobre ligação metálica, que envolve a interação entre cátions e elétrons em um retículo cristalino (arranjo espacial); o aspecto representacional está relacionado aos conteúdos químicos de natureza simbólica, que compreendem informações inerentes à linguagem química como fórmulas e equações químicas; nesse caso, estruturas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC), hexagonal compacto (HC) de sólidos metálicos, e o aspecto fenomenológico refere-se ao cotidiano, por exemplo, brilho dos metais, à sua maleabilidade, ductibilidade, condutibilidades térmica e elétrica (CAVALCANTI et al., 2013). Segundo Pauletti et al. (2014) no ensino de Química deve-se explorar o universo macro, micro e simbólico, ou seja, a cada fenômeno químico se pressupõe que o ensino explore de forma concomitante a livre transição entre esses universos representacionais. Segundo eles, um ensino que privilegie os três níveis de representação supracitados, poderá resgatar elementos do cotidiano, além de aproximar a Química do contexto do estudante, fazendo assim, talvez, mais sentido a este estudante.

EXPERIMENTO SOBRE CONDUÇÃO ELÉTRICA

Foi realizado com o objetivo de abordar os aspectos macroscópicos da substância metálica (figura 1), ou seja, o experimento mostrou a condução elétrica nos metais e foi realizada uma discussão sobre o porquê da condução elétrica nos metais e em soluções aquosas iônicas. O experimento foi realizado através de três testes de condução elétrica. O primeiro foi feito em uma solução de sulfato de cobre II (1mol.L^{-1}), no qual foi observado, pelos alunos, que a lâmpada do circuito acendeu. No segundo, foi testada a condução do sulfato cúprico sólido (não acende a lâmpada) e o último teste foi realizado no cobre metálico, no qual observou-se que a lâmpada do circuito também acendeu.

Figura 1: Da esquerda para a direita; condutímetro artesanal, teste na solução de sulfato de cobre, teste no sulfato de cobre sólido, teste no metal cobre.

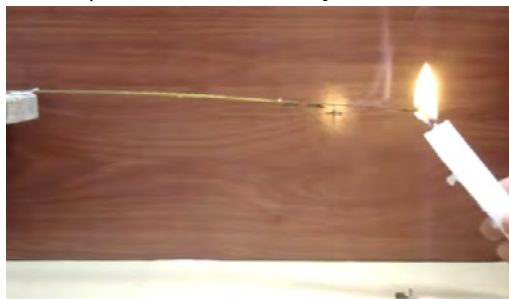


Fonte: Própria.

VÍDEO SOBRE CONDUÇÃO TÉRMICA

O vídeo selecionado mostra um fio de cobre metálico com bolinhas de cera (figura 2). Este fio é aquecido até um ponto em que as bolinhas de cera vão soltando do fio de cobre, pois o material de cera tem ponto de fusão baixo e derrete facilmente na presença de calor.

Figura 2: Experimento sobre condução térmica nos metais.



Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=SyxmQysa1N8>.

HIPERMÍDIA SOBRE LIGAÇÃO METÁLICA

Tendo em vista os problemas apontados na literatura sobre a dificuldade dos estudantes, em diferentes níveis de ensino, sobre a teoria de Lorentz (ATKINS, 2006), referente à ligação metálica e a representação microscópica das estruturas cristalinas dos metais foi elaborada e utilizada uma hipermissão para o ensino dos aspectos teóricos e representacionais da ligação metálica (www.rpeq.ufrpe.br). A hipermissão é constituída por uma introdução sobre o que seria a ligação metálica de acordo com a teoria dos elétrons livres (figura 3).

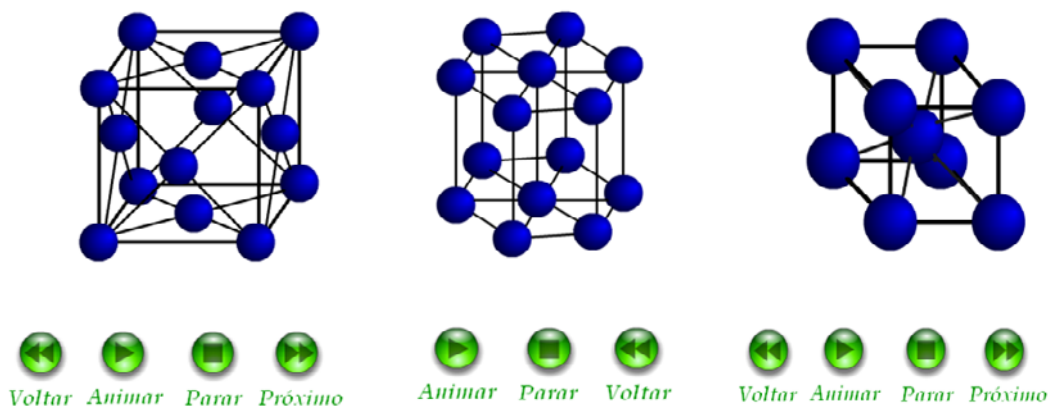
Figura 3: Tela de abertura da hipermissão.



Fonte: Própria.

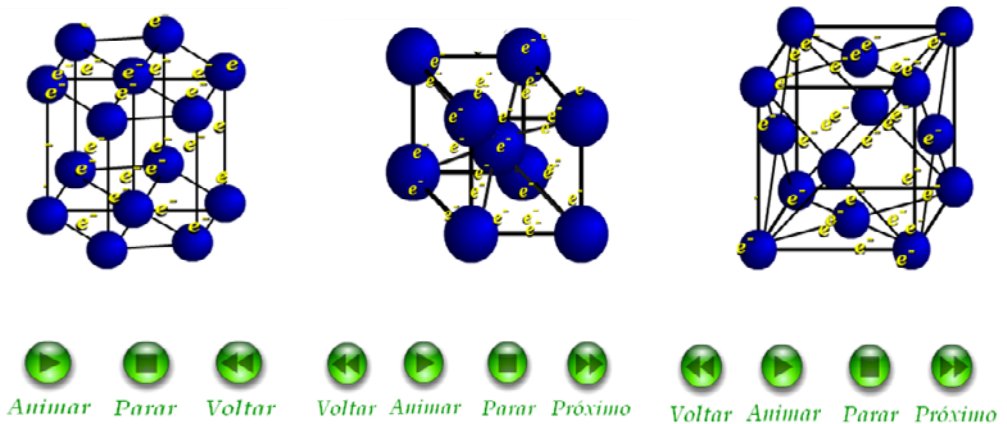
Em seguida, são mostradas as estruturas mais comuns em que os metais se cristalizam: cúbica de face centrada (CFC), cúbica de corpo centrado (CCC), e hexagonal compacta (HC). Os desenhos dessas estruturas inicialmente contêm apenas a representação dos cátions nos retículos, ao lado existe um botão que ao ser acionado faz com que surjam elétrons em movimento desordenado por toda a estrutura. Imagens (Figuras 4-5) da hipermídia elaborada encontram-se a seguir:

Figura 4: Estruturas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC), hexagonal compacta (HC), sem animação.



Fonte: (www.rpeq.ufrpe.br).

Figura 5. Estruturas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC), hexagonal compacto (HC), com animação.



Fonte: (www.rpeq.ufrpe.br).

A figura 4 da hipermídia corresponde às imagens antes do botão animar ser acionado e a figura 5 após o botão animar ser acionado. Ao lado das figuras na hipermídia original encontram-se exemplos de metais comuns que se cristalizam sob a forma cristalina que a figura representa. Por exemplo, a cúbica de corpo centrada são os metais: ferro, sódio, cromo e potássio. Na de cúbica de face centrada estão: cálcio, alumínio, chumbo, níquel, cobre, ouro, prata e platina. E por fim a hexagonal compacta: cobalto, titânio, zinco e magnésio. A hipermídia está disponível para visualização e download no site: www.rpeq.ufrpe.br. Ela pode ser usada por professores e estudantes durante o ensino de ligação metálica como modelo explicativo da teoria dos elétrons livres a fim de minimizar a abstração relacionada ao tema.

INTERVENÇÃO DIDÁTICA

A intervenção teve duração de seis aulas, sendo cada aula com duração de 50 minutos. Todas as aulas foram filmadas e esse procedimento auxiliou na sistematização e análise dos dados. Nas duas primeiras aulas a SP foi apresentada aos estudantes organizados em dois grupos. Eles, com a orientação da professora/pesquisadora emitiram hipóteses com relação às respostas a SP. Nessas aulas, a professora apenas orientou as discussões e interações entre os estudantes de cada grupo sem se posicionar quanto às hipóteses lançadas por eles. Nas duas aulas seguintes deu-se início ao ensino formal de ligação metálica. Foi realizado o experimento sobre condutividade elétrica (figura 1), na qual a professora/pesquisadora questionava alunos se o sistema testado iria acender e por que acenderia. Logo após a discussão sobre condutividade elétrica houve a apresentação de um vídeo sobre condutividade térmica (figura 2) para a discussão das propriedades macroscópicas dos metais. O vídeo selecionado mostra um fio de cobre metálico com bolinhas de cera. Este fio é aquecido até um ponto em que as bolinhas de cera vão soltando do fio de cobre. Finalmente, os estudantes utilizaram a hiperímia sobre ligação metálica que versa sobre a teoria de Lorentz. Na terceira aula e quarta aulas os alunos responderam, de forma individual, à situação-problema proposta. As respostas dos estudantes à SP foram analisadas segundo os critérios que constam na tabela 2.

ANÁLISE DOS DADOS

Tabela 2: Tipos de resposta e critérios de análise.

Tipos de Resposta	Critérios
Satisfatória (S)	Aquelas em que os alunos respondem corretamente os três níveis do conhecimento químico: macroscópico, teórico e representacional apresentados na situação problema. Ou seja, comenta que o cobre é um bom transmissor de corrente elétrica devido à mobilidade dos elétrons e representa a substância utilizando a teoria de Lorentz (Atkins, 2006).
Parcialmente Satisfatória (PS)	Aquelas em que os alunos respondem corretamente pelo menos um dos três níveis abordados.

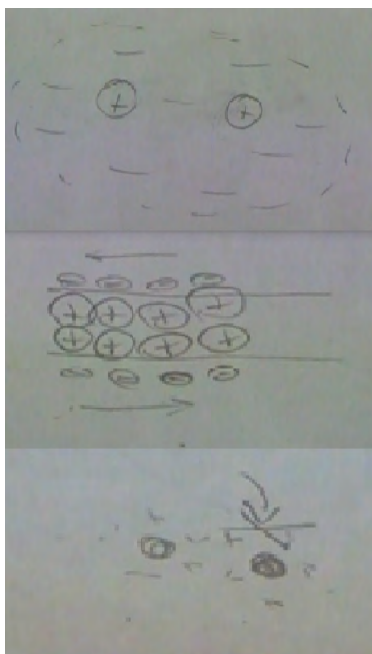
RESULTADOS E DISCUSSÃO

HIPÓTESES INICIAIS DOS GRUPOS

O grupo 1 inicia a discussão a partir dos aspectos macroscópicos do cobre remetendo a propriedades como maleabilidade, o custo mais acessível, condutividade. No aspecto teórico os alunos falam que a condutividade do cobre é devido aos elétrons livres agrupados aos átomos de cobre. O nível representacional, o grupo 2 apresenta três representações iniciais diferentes para a ligação metálica. A primeira representação o aluno mostra que a ligação metálica é formada por cátions e elétrons e esses elétrons estão se movimentando por toda a estrutura. Já na segunda representação o aluno mostra que a ligação metálica é formada por cátions e elétrons, só que diferentemente da primeira representação, este aluno relata que os elétrons estão se movimentando apenas na parte interna das estruturas, levando a uma concepção alternativa em relação à estrutura da ligação metálica, pois o que é mostrado pela teoria científica que rege a ligação metálica é que a movimentação dos elétrons é encontrada por toda estrutura, como pode ser observada na resposta do aluno que fez a primeira representação. A terceira representação feita pelo grupo

1 remete a concepção alternativa que os alunos possuem que a ligação metálica é um tipo de ligação iônica, pois, o aluno representa dois núcleos com elétrons na camada de valência e entre os núcleos a passagem destes elétrons livres na qual o núcleo que perdeu o elétron fique positivo e o que ganhou fique negativo remetendo assim a ligação iônica. As três representações podem ser encontradas na figura 6 a seguir.

Figura 6: Representação do grupo 1 referente ao metal cobre.

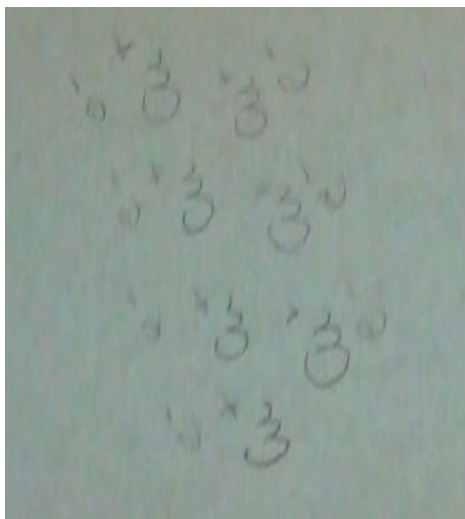


Fonte: Própria.

O grupo 2 iniciou a discussão sobre os aspectos macroscópicos da utilização do cobre, por exemplo, a transmissão de energia elétrica, em seguida, os alunos discutem sobre o aspecto teórico da condução do cobre, eles justificam a condução elétrica no cobre devido à ligação metálica. Segundo um dos alunos, o denominado mar de cátions e elétrons. Já no aspecto representacional

o grupo representa a ligação metálica entre cátions de cobre e elétrons interligando estes cátions (figura 7). Esta representação aproxima-se da representação que é encontrada na comunidade científica na qual a ligação metálica é fornada por cátions e elétrons, e esses elétrons estão em movimentação.

Figura 7: Representação do grupo 2, referente ao metal cobre.



Fonte: Própria.

Os grupos de estudantes realizaram nas aulas seguintes o experimento sobre condução elétrica (figura 1). Assim explicou-se que a condução ocorreu no sulfato de cobre em solução e no cobre metálico, no primeiro caso devido à movimentação dos íons e no segundo caso devido à movimentação dos elétrons. Não houve o acendimento da lâmpada no sulfato de cobre sólido, pois os íons estão “fixos” no retículo cristalino, logo, não ocorrendo a movimentação dos íons, não há condução elétrica. Antes de iniciar o vídeo sobre a condução térmica dos metais (figura 2) questionou-se aos alunos sobre quais bolinhas cairiam primeiro e houve duas hipóteses: (i) cai a primeira bolinha,

em seguida a segunda e depois a terceira; (ii)- as três bolinhas de cera caem ao mesmo tempo. O vídeo é apresentado e a primeira hipótese é confirmada. Em seguida, houve a discussão de outras propriedades dos metais como ductibilidade e maleabilidade relacionando-as com a disposição dos cátions nas estruturas dos metais. Discutiu-se também sobre os altos pontos de fusão e ebulição que muitos metais apresentam, explicando que essas características não são apenas dos compostos iônicos. Também, comentou-se que há exceções nesta propriedade, citando o metal gálio, Ga, a professora/pesquisadora concluiu dizendo que essas propriedades acontecem devido à interação eletrostática entre os elétrons e os cátions dos metais. Na sequência, a professora abordou o nível teórico da ligação metálica explicitando a teoria de Lorentz e sua relação com as propriedades. Nessa direção, foi utilizada a hiperímia (figuras 3-5) sobre ligação metálica e também para o ensino do nível representacional da ligação, na qual, os alunos puderam visualizar os retículos mais comuns que os metais se cristalizam e uma animação que remete a movimentação dos elétrons livres em toda estrutura do metal.

RESPOSTAS DOS ESTUDANTES À SP

Tabela 3: Respostas dos alunos do grupo 1 à SP.

Crítérios	Quantidade de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	1	20%
Parcialmente satisfatória	4	80%

Fonte: Própria.

O grupo 1 foi formado por 5 alunos que foram denominados neste estudo de A1, A2, A3, A4 e A5. Os outros três alunos conhecem as propriedades macroscópicas dos metais e a teoria que rege a ligação metálica, porém não conseguem representar a ligação num retículo e um aluno apenas mostra co-

nhcimentos sobre as propriedades macroscópicas dos metais. A análise individual dos alunos mostrou que:

A1 retrata em sua resposta apenas o aspecto macroscópico do metal cobre, ou seja, suas propriedades, sem relacioná-las com os aspectos teórico e representacional:

“Apesar de não ser um metal nobre, o cobre dentre os metais não nobres é um dos metais que apresentam menor resistência a eletricidade, ou seja, facilita a transmissão da energia elétrica... É um metal não nobre, mas que se aproxima bastante das características dos nobres, como por exemplo, excelente durabilidade, maleabilidade, baixa resistência elétrica, difícil oxidação entre outros.”

Já A2, A3 e A4 relatam o aspecto macroscópico de forma corretamente, além disso, eles fazem menção a teoria dos elétrons livres (aspecto teórico) (ATKINS, 2006) e A2 cita a teoria como sendo a de Lorentz:

A2: *“Aspectos macroscópicos: resistência mecânica, maleabilidade e condutividade. Teórico: teoria de Lorentz – Há cátions do metal dispostos de forma que haja transferência eletrônica devido aos elétrons livres”.*

Apesar de A2 citar corretamente a teoria de Lorentz para a ligação metálica, ele traz uma concepção alternativa sobre transferência de elétrons nos cátions, remetendo a ligação metálica à ligação iônica, esta concepção pode ser encontrada em alguns trabalhos na literatura (ACAR & TARHAN, 2008, DE POSADA, 1997).

A3: *“Considerando os aspectos macroscópicos o cobre é metal leve, bom condutor, maleável e etc. A boa condução elétrica está associada pelo cobre fazer ligação metálica, no qual onde os elétrons encontram-se deslocalizado”.*

A4: *“O cobre é um metal e por sua vez conduz energia elétrica. Podemos analisá-lo do ponto de vista macroscópico sua maleabilidade e ductibilidade. Do ponto de vista teórico e representacional, sabemos que os metais em geral, em especial o cobre, são bons condutores elétricos e térmicos. Isso se deve pelo fato de que metais são estruturas compostas pelos cátions de seus elementos, cujas cargas*

são contrabalanceadas pelos elétrons da eletrosfera que ficam em constante movimento ao longo de todo metal. Essa fácil movimentação dos chamados elétrons livres é facilitada pela energia de ionização.”

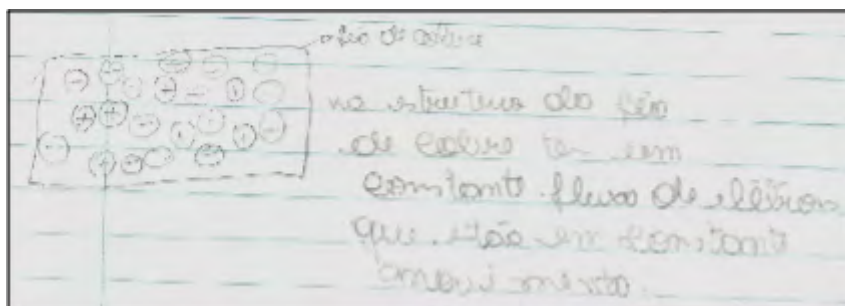
A4 em sua resposta cita e tenta explicar o aspecto representacional da ligação no cobre, porém não representa tal estrutura.

Apenas um aluno do grupo 1, A5 (tabela 3) apresentou resposta satisfatória, ou seja, contemplou os três níveis do conhecimento químico exigidos na situação-problema.

Macroscópico e teórico: “Os fios de Cu, assim como todos os metais são bons condutores elétricos e térmicos. O cobre é utilizado na transmissão de energia elétrica por apresenta algumas propriedades dos metais, como por exemplo: boa condutividade elétrica, devido à mobilidade de elétrons, tem maleabilidade e ductibilidade, por apresentarem camadas que deslizam uma sobre a outra e permite que deslizem umas sobre a outra e permite que se transformem em lâminas finas e fios, são baratos em relação a outros metais.”

Representacional:

Figura 8: Representação da ligação metálica do aluno A5.



Fonte: Própria.

Tabela 4. Respostas do grupo 2 a SP.

Crêterios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	3	75%
Parcialmente satisfatória	1	25%

Fonte: Própria.

Como pode ser visto na tabela 4, a maioria dos alunos do grupo 2 conseguiu responder a situa o-problema de forma satisfatória e nenhum respondeu de forma insatisfatória a SP. O grupo 2 foi formado por 4 alunos, que foram chamados de aluno A6, A7, A8 e A9 para facilitar o estudo.

Neste grupo três dos quatros alunos responderam de forma satisfatória a situa o-problema, conseguiram explicar, como esperado, as propriedades macroscópicas dos metais, a forma o da liga o metálica (teórico) e conseguiram representar a liga o nos metais. A7 respondeu de forma mais sucinta, mas também de forma satisfatória. A8 também explica de forma satisfatória o aspecto macroscópico da liga o metálica, citando as propriedades da condu o térmica e elétrica, ao explicar o aspecto teórico, o aluno cita a teoria de Lorentz e representa os cátions do cobre envolvidos pelos elétrons. A9 representa como os demais alunos do grupo a liga o metálica e menciona as propriedades macroscópicas, como esperado: *“Ele   um metal maleável e dúctil, podendo assim ser transformado em fios [...].   também um metal de fácil obten o e por isso, baixo custo, com rela o a alguns outros que possam ser melhor condutor”*. Com rela o ao aspecto teórico A9 considera átomos de cobre e não cátions presentes no retículo, além disso, faz confusão entre átomo e molécula: *“As liga es entre o cobre e ele mesmo são liga es metálicas, este tipo de liga o permite que os elétrons de valência fiquem livres para circular nas moléculas formando nuvens eletr nicas, esta moviment o dos elétrons faz do cobre um bom condutor elétrico”*.

CONCLUSÕES

A maioria dos alunos que participou da intervenção didática conseguiu de forma satisfatória responder a situação-problema levando em consideração os três níveis do conhecimento químico. Porém, alguns deles apresentaram dificuldade no aspecto representacional.

Pelas respostas dos alunos a situação-problema pudemos perceber a importância dos instrumentos didáticos utilizados, pois observamos os aspectos macroscópicos abordados na atividade experimental com o condutímetro artesanal para evidenciar a condução elétrica no metal cobre e na solução iônica de sulfato de cobre, CuSO_4 ; o vídeo sobre condução térmica; a teoria sobre ligação metálica abordada na hiperfície e aula teórica; o aspecto representacional presente na hiperfície mostrando a delocalização eletrônica nas estruturas metálicas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbica de face centrada (CFC) e hexagonal compacto (HC).

A intervenção didática vivenciada mostrou que tanto a SP elaborada, quanto os instrumentos didáticos utilizados tiveram eficácia no ensino da ligação metálica.

REFERÊNCIAS

ACAR, B.; TARHAN, L. Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. **Research in Science Education**, v. 38, p. 401-420. 2008.

ATKINS, P. JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOO, H. K. Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 5, p. 569-581. 1998.

CARVALHO, N. B.; JUSTI, R. S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra VII, p. 1-4, 2005.

CAVALCANTI, C. de L.; SANTOS, L. dos.; CAMPOS, A. F. Elaboração e avaliação de uma hiperímia para abordagem de ligação metálica. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 5, n.9, 2013.

COLL, R. K.; TAYLOR, N. Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. **Research in Science & Technological Education**, v. 19, n. 2, p. 171-191, 2001.

COLL, R. K.; TREAGUST, D. F. Learners’ mental models of metallic bonding: a cross-age study. **Science Education**, v. 87, p, 685-707, 2003b.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 176-192, 1996a.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas II: Propostas de metodologias didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 5-26, 1997a.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas III: Fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 65-104, 1997b.

COSTA, S. S. C. da; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas IV: Estratégias para resolução de problemas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, p. 153-184, 1997c.

DE POSADA, J. M. Conceptions of High School Students Concerning the internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution. **Science Education**, v. 84, n. 4, p. 445-467. 1997.

DE POSADA, J. M. Concepciones de los alumnos sobre El enlace químico antes, durante y después de La enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 12-19. 1999a.

DE POSADA, J. M. The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: Science educational reforms and substantive changes of tendencies. **Science Education**, v. 83, p. 423-447, 1999b.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, 109-120, 1988.

FRANCO, A. G.; RUIZ, A. G. Desarrollo de uma unidad didáctica: el estudio del enlace químico em el bachillerato. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2006.

MACEDO, L. de. **Situação-problema: forma e recurso de avaliação, desenvolvimento de competências e aprendizagem escolar**. In: PERRENOUD, P. *As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação*. Porto Alegre: Editora Artmed, Cap. 5, p. 113-135, 2002.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, v. 2, n. 10, p. 17-20, 1999.

NUÑEZ, I. B.; SILVA, S. F. da. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B. São Paulo, nov/dez, p. 1197-1203, 2002.

ÖZMEN, H. The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and toward chemistry: A case for Turkey. **Computers & Education**, v. 51, p. 423-438. 2008.

ÖZMEN, H.; DEMIRCIOĞLU, H.; DEMIRCIUĞLU, G. The effect of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade stu-

dents' alternative conceptions of chemical bonding. **Computers & Education**, v. 52, p. 681-695. 2009.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.7, n. 3, p. 121-134, 2014.

PERRENOUD, P. **10 Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A.; GOMEZ, L.; SERRANO, M.; SANZ, A. **Procesos cognitivos em la comprension de La ciência**: las ideas de los adolescentes sobre la química. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.

SANTOS, V. T; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. Â. V. Concepções de professores de química do ensino médio sobre a resolução de situações-problema. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5 n. 3, p. 25. 2005.

SILVA, M. J. da.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Situação-problema como estratégia didática na abordagem do tema lixo. **Educação Ambiental em Ação**, n. 46, ano XII, 2014.

TOMA, H. E. Ligação química: abordagem clássica ou quântica? **Química Nova na Escola**, v. 6, n. 2, p. 8-12. 1997.

Observação. Este estudo foi publicado originalmente na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, n.2, v.9, p.93-107, 2016.

ABORDAGEM DOS CONCEITOS MISTURA, SUBSTÂNCIA SIMPLES, SUBSTÂNCIA COMPOSTA E ELEMENTO QUÍMICO NUMA PERSPECTIVA DE ENSINO POR SITUAÇÃO-PROBLEMA

Cristiana de Castro Lacerda
Angela Fernandes Campos
Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino-Jr.

INTRODUÇÃO

Os conceitos, mistura, substância simples, substância composta e elemento químico são considerados estruturantes em Química (GAGLIARDI, 1988). Eles impulsionaram o desenvolvimento dessa ciência e se relacionam direta ou indiretamente aos demais conceitos químicos e a diferentes questões a eles vinculados. Mistura, substância simples, substância composta e elemento químico são conceitos integrantes dos currículos em diferentes níveis de ensino e no ensino médio ocupam uma posição central na organização do conhecimento químico, conforme indicado por pesquisas da área (MORTIMER *et al.*, 2000) e recomendado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p.110). Assim, junto com outros conceitos, eles são a base para o estudo das propriedades, constituição e transformação de materiais e substâncias, que correspondem aos objetos e aos focos de interesse da

Química, como ciência e componente curricular, conforme indicado no esquema 1.

Esquema 1. Focos de interesse da Química.



Fonte: MORTIMER et al., 2000, p. 276.

Nos séculos XVII-XVIII, substância simples e elemento químico eram definidos numa perspectiva macroscópica da matéria, ou seja, como último estágio de uma análise química (OKI, 2002). Se não fosse possível decompor a substância em outras, ela era considerada elemento químico ou substância simples (corpos simples); caso fossem produzidas novas substâncias a partir da substância inicial, ela era tida como substância composta. A ideia de substância simples como sinônimo de elemento químico perdeu por quase dois séculos, até sofrer uma reestruturação no final do século XIX. Tal mudança foi motivada pela descoberta do átomo e das partículas atômicas, com base no desenvolvimento de modelos e teorias sobre a constituição da matéria e de suas relações com resultados experimentais. Com isso, elemento químico foi diferenciado de substância simples, sendo sua identificação realizada pelo número atômico e a sua caracterização considera a configuração eletrônica e os elétrons responsáveis pelas interações químicas (elétrons de valência) (OKI, 2002; ROCHA-FILHO et al., 1988; TUNES et al., 1989). As definições atuais relacionadas a esses conceitos levam em consideração o aspecto mi-

microscópico da matéria. Elemento químico passou a ser considerado um tipo de átomo, ou o que caracteriza um átomo; substância simples sendo definida como formada por átomos de um mesmo elemento químico; e substância composta formada por átomos de elementos químicos diferentes.

Diferentes pesquisas em Educação Química têm esses conceitos como objetos de estudo (ROCHA-FILHO et al., 1988; TUNES et al., 1989; ARAÚJO et al., 1995; OLIVEIRA, 1995; OKI, 2002; ROCHA e CAVICCHIOLI, 2005; SILVA e AGUIAR, 2008) e algumas delas apontam para problemas no ensino e aprendizagem desses conceitos estruturantes. Por exemplo, Oki (2002) retrata a confusão conceitual que há entre substância simples e elemento químico, apontando-a como tendo um constituinte de origem histórica relacionada às diferentes visões macro e microscópica tomadas para a sua conceitualização. Já um estudo realizado por Araújo et al. (1995), com mais de 100 estudantes do ensino médio, mostrou que eles apresentavam problemas no entendimento dos termos substância e mistura, e na distinção entre mistura homogênea e heterogênea. Esses autores atribuíram essas dificuldades aos diferentes significados dos termos no cotidiano: substância tida como sendo sinônimo de “coisa”, “material” e “elemento” (visão Aristotélica) e mistura sugere um procedimento comumente usado pelos alunos desde a sua infância, o ato de misturar coisas. Além disso, eles verificaram que os alunos geralmente associam substância à fase, ou seja, para eles, se há duas fases, então há duas substâncias.

Misturas como leite e sangue muitas vezes são consideradas por estudantes como homogêneas, conforme abordado em diferentes livros didáticos (KINALSTKI e ZANON, 1997), pois, a olho “nu”, não percebe-se mais de uma fase, diferentemente do que se observaria caso fosse utilizada uma alíquota dessas misturas para observação num microscópio.

A relevância dessa temática associa-se à importância de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratem o conhecimento de for-

ma contextualizada e que provoque mobilização, motivação e aprendizagem nos alunos. Nesse sentido, o ensino por situação-problema (SP) pode muito contribuir. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 1999), as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão. Diferentes autores comentam que o ponto de partida para aprendizagens significativas pode se dar através da resolução de situações-problema (SP), preferencialmente as relativas a contextos reais que despertem a atenção dos alunos e nas quais se possam inserir as temáticas curriculares a estudar (CACHAPUZ, 2003; Macedo, 2002; MEIRIEU, 1998; NUNEZ e SILVA, 2002; PERRENOUD e THURLER, 2002; POZO, 1998).

De acordo com Meirieu (1998, p.192), uma situação-problema “é uma situação didática, na qual, se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Esta aprendizagem que consiste o verdadeiro objetivo da situação-problema se dá ao vencer um obstáculo na realização da tarefa”. Sob esse referencial, nesse estudo foi elaborada e aplicada uma situação-problema, com os seguintes objetivos: abordar os conceitos de mistura, substância simples, substância composta e elemento químico relacionando-os com uma temática de significância social e vinculada ao contexto dos alunos de uma determinada escola; desenvolver valores humanos e atitudes nos alunos, tais como, respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, pelo professor, responsabilidade e ética.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma escola pública localizada na cidade do Recife, Pernambuco. Participaram das atividades 29 alunos, divididos em 07 grupos, na faixa etária entre 15 a 18 anos. A construção dos instrumentos de

pesquisa teve a duração de 03 meses. Para a intervenção didática, foram necessárias 08 aulas, sendo duas de 50 minutos por semana, totalizando 400 minutos.

CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

ELABORAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

A situação-problema elaborada teve como temática a agricultura, com ênfase em fertilidade do solo. O tema foi escolhido por fazer parte do contexto dos alunos, uma vez que a escola está situada próxima ao Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco (CEASA-PE), local onde os pais de muitos dos alunos trabalham vendendo seus produtos. Além disso, era desejo da escola implantar uma horta em seus domínios, fazendo-se ainda necessário, contudo, o desenvolvimento de conhecimentos sobre o tema. Foi dada ênfase em fertilidade do solo para que fossem trabalhados os conteúdos conceituais de mistura, substância (simples e composta) e elemento químico e informações envolvendo temas mais amplos de interesse social, como: a opção entre a agricultura convencional ou agricultura orgânica, a polêmica dos transgênicos, o uso de agrotóxicos, a produção de alimentos e a questão da fome.

Com base no cenário descrito, elaborou-se a seguinte situação-problema: *“Um agricultor que possui uma pequena propriedade de solo arenoso, no interior do estado de Pernambuco, costumava cultivar uma monocultura de feijão por longos períodos. Após alguns anos observou-se que sua produção vinha diminuindo a cada colheita. Para que o agricultor volte a obter a produção de antes é necessário uma correta adubação no solo, mas como determinar a quantidade de adubo necessária e qual o melhor tipo de adubo para esta plantação?”*.

ESCOLHA DO TEXTO

O texto escolhido foi “A Agricultura Moderna Esgota os Recursos Naturais” (LUTZENBERGER, 1999). Ele traz informações gerais sobre agricultura, como a monocultura, a industrialização versus agricultura de subsistência, os fertilizantes e os agrotóxicos. O texto foi utilizado como instrumento didático visando prover informações para que os alunos debatessem sobre efeitos de diferentes tipos de atividade agrícola, auxiliando-os na resolução da situação-problema.

ESTRUTURAS COM MIÇANGAS

Com base no trabalho de Rocha e Cavicchioli (2005), foram utilizadas miçangas de cores e tamanhos diferentes (na faixa de 1 a 12 mm de diâmetro) para confecção de estruturas das seguintes substâncias químicas: óxido de potássio (K_2O), pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), hidrazina (N_2H_4), gás nitrogênio (N_2), hidróxido de sódio ($NaOH$), enxofre (S_8), ozônio (O_3), ácido nítrico (HNO_3) e cromato de sódio (Na_2CrO_4) (Figura 2). As miçangas foram unidas por um fio de nylon do mesmo tipo usado em equipamentos de pesca. O quadro 1 mostra cada elemento químico representado por uma miçanga de cor diferente.

Quadro 1: Elementos químicos e cores de miçangas.

Elemento Químico	Cor da Miçanga
Hidrogênio (H)	Branca
Nitrogênio (N)	Azul Natiê
Oxigênio (O)	Azul Metálico
Enxofre (S)	Laranja
Cromo (Cr)	Verde
Sódio (Na)	Vermelha
Potássio (K)	Amarela

Fonte: ROCHA e CAVICCHIOLI (2005).

A atividade de estruturas com miçangas teve como objetivo representar as estruturas das substâncias químicas (figura 1) e nesse processo diferenciar substância simples de elemento químico. A atividade valoriza a compreensão dos níveis representacional e teórico do conhecimento químico, contribui para que o aluno perceba o caráter descontínuo da matéria e suas entidades constituintes (ROCHA e CAVICCHIOLI, 2005), além de facilitar a resolução do jogo de palavras cruzadas e a situação-problema propostos.

Figura 1: Representação das substâncias químicas.



Fonte: Representações de estruturas químicas construídas com base no estudo de Rocha e Cavicchioli (2005).

JOGO DE PALAVRAS-CRUZADAS

Planejou-se, confeccionou-se e utilizou-se um jogo de palavras-cruzadas visando desenvolver nos alunos novos vocábulos relacionados com a temática e com os conceitos químicos em seus aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais que se relacionam à base para o estudo das propriedades, constituição e transformação de materiais e substâncias (MORTIMER *et al.*, 2000). Segundo Machado (1999, 163): i) os **aspectos fenomenológicos**

incluem tópicos do conhecimento passíveis de visualização concreta, bem como de análise ou determinação das propriedades dos materiais e de suas transformações;

ii) **os aspectos teóricos** incluem os conhecimentos no nível microscópico, onde se encontram informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em termos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron;

iii) **os aspectos representacionais** envolvem os conteúdos químicos de natureza simbólica, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas.

Com base em experiências anteriores (MARCELINO-JR *et al.*, 2004), formulou-se uma palavra-cruzada em um diagrama padrão, modelo de células quadradas, dispostas numa matriz 15 X 13, dentro de um formato conhecido como diretas. Para a construção do jogo, realizou-se uma pesquisa de uma grande quantidade de vocábulos relacionados com a temática e com os conceitos químicos envolvidos. Obteve-se cerca de duzentos vocábulos com um número variado de letras e, na base de tentativa e erro, preencheu-se todo o diagrama de modo que todas as palavras se interceptassem, tendo pelo menos uma célula em comum, a fim de manter as características de uma cruzada comercial. Depois, elaboraram-se os enigmas para cada palavra. A cruzada resultante continha 42 (quarenta e dois) enigmas, distribuídos em duas listas de definições, referentes às suas posições horizontais ou verticais, representadas pelas setas presentes no diagrama. Imprimiu-se várias cópias do jogo em papel couchê 180g, formato A3, e cobriu-se cada uma com papel contato para que os alunos registrassem suas respostas utilizando um marcador para quadro branco.

A figura 2 traz a palavra cruzada desenvolvida. Dentro das células pretas estão os números que identificam os enigmas que devem ser respondidos nas células brancas indicadas pelas setas. Os enigmas relacionavam-se com a temática agricultura e com os conceitos mistura, substância simples, composta elemento químico, uma vez que eles fazem parte da situação-problema. Al-

guns enigmas foram representados por figuras de estruturas químicas, a fim de que na cruzada estivesse presente os diferentes níveis do conhecimento químico - o teórico, fenomenológico e o representacional.

Figura 2. Jogo de palavras cruzadas.

PALAVRA-CRUZADA

HORIZONTAIS

2. Tipo de fertilizante que contém composição química definida.
4. Técnica utilizada para fornecer nutrientes ao solo corrigindo possíveis deficiências.
6. Quando classificamos as misturas microscopicamente consideramos apenas o número de ...
7. A análise química do solo permite verificar a sua ...
8. Cultura rica em ferro essencial para a nutrição dos seres vivos.
10. Produto da agricultura.
11. Uma mistura de gases.
16. Solo predominante na zona da mata nordestina.
19. Numa mistura azeotrópica é constante.
21. Símbolo do elemento químico essencial para o rápido crescimento dos vegetais.
24. Símbolo de enofre.
29. Produto da fotossíntese.
30. Elemento que é parte essencial da clorofila e facilmente encontrado nas hortaliças.
32. Tipo de substância representada pela figura.
34. Solos com baixa capacidade de reter cátions.
37. Água do rio xam-pubão
38. Elemento químico presente nos compostos orgânicos
39. Símbolo do elemento químico derivado da floresta amazônica para a agricultura
41. Elemento usado em pinuras medicamentosas
42. Agricultura familiar.

VERTICAIS

1. Tipo de mistura formada pelos componentes do petróleo.
3. O que é classificado como uma das misturas ...
5. Preparar a terra para o plantio.
8. São solubilizadas pelo uso de agrotóxicos.
12. Era confundido como substâncias simples.
14. Essencial para o processo de fotossíntese.
16. Destroi a camada de ozônio.
17. O salicilato aumenta o pH do solo...
18. Um grande perigo a lavoura.
20. Zona que está localizada as plantações e as criações.
22. Zona de Pernambuco onde predomina a monocultura da cana-de-açúcar.
23. Animal criado no campo.
25. Numa mistura eutética é constante.
26. Importante para a irrigação.
28. Diclório-Difenil-Tricloroetano.
31. Combate a anemia.
32. Molécula de uma substância
36. A adubação enriquece o solo melhorando a ... (foto)
36. O empobrecimento do solo deve-se a utilização constante de uma ...

Fonte: Própria.

INTERVENÇÃO DIDÁTICA

MOMENTO 1: APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA, INSTRUÇÕES, LEITURA E DISCUSSÃO DO TEXTO

Foram dadas algumas instruções-alvo, como: a resolução da situação-problema serviria como primeira avaliação do bimestre, não seria permitida troca de informações entre os grupos. Em caso de dúvidas, caberia aos alunos consultarem a professora que desempenharia o seu papel de mediadora da aprendizagem. A situação-problema foi apresentada aos 07 grupos de alunos. As inquietudes e conflitos deles foram observados e registrados. Em seguida, o texto foi disponibilizado aos grupos e iniciou-se uma discussão sobre alguns pontos ligados à temática agricultura e a situação-problema.

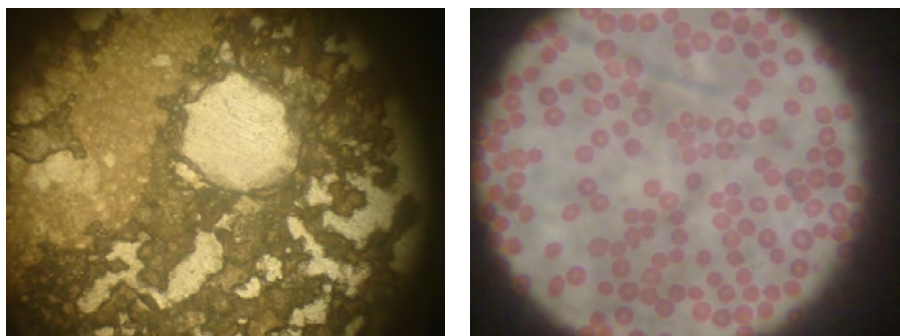
MOMENTO 2: ATIVIDADE COM MIÇANGAS E OBSERVAÇÃO DE MISTURAS DE LEITE E SANGUE

Foi realizado em duas etapas. A primeira em sala de aula discutindo a descontinuidade da matéria através da atividade com miçangas e a segunda no laboratório de química, onde os alunos observaram as misturas leite e sangue num microscópio.

Atividade com miçangas - Cada grupo recebeu um kit contendo 9 (nove) estruturas de miçangas (figura 1). Eles tinham que responder às questões propostas por Rocha e Cavicchioli (2005): 1 - Quantas peças vocês receberam? 2 - Indique quantas miçangas existem em cada peça. 3 - Indique, por cor, a quantidade de miçangas existentes em cada peça. 4 - Faça um esquema, utilizando cores, para mostrar cada peça. Os grupos foram informados que cada miçanga tinha um símbolo e que eles deveriam substituir a cor das miçangas pelo símbolo nas representações dessas peças (quadro 1). As miçangas começaram a ser denominadas de átomos e as peças de entidades constituintes. A

partir da comparação entre as estruturas de miçangas, foi discutida a diferença entre substância simples, composta e elemento químico.

Figura 3. A) Leite e B) sangue vistos de um microscópio.



Fonte: Própria.

Atividade no laboratório – Na segunda etapa, os alunos observaram no microscópio as misturas leite e sangue^{1*} (figura 3). Elas foram escolhidas por apresentarem uma maior dificuldade de compreensão por parte dos alunos, pois macroscopicamente é difícil a percepção de mais de uma fase.

MOMENTO 3: APLICAÇÃO DO JOGO DE PALAVRAS CRUZADAS

Por ser uma atividade lúdica, a professora/pesquisadora reforçou junto aos alunos sobre a importância da participação cooperativa entre todos os componentes do grupo em busca de uma mesma meta que seria a de conseguir cumprir a atividade, que também não era competitiva entre grupos.

1 * Uma lâmina pronta contendo sangue estava disponível no laboratório da escola para os professores utilizarem em suas atividades experimentais.

MOMENTO 4: RESPONDENDO A SITUAÇÃO-PROBLEMA

A professora distribuiu a situação-problema, para que os alunos, em seus grupos, desenvolvessem suas respostas, em forma de texto com no mínimo seis linhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

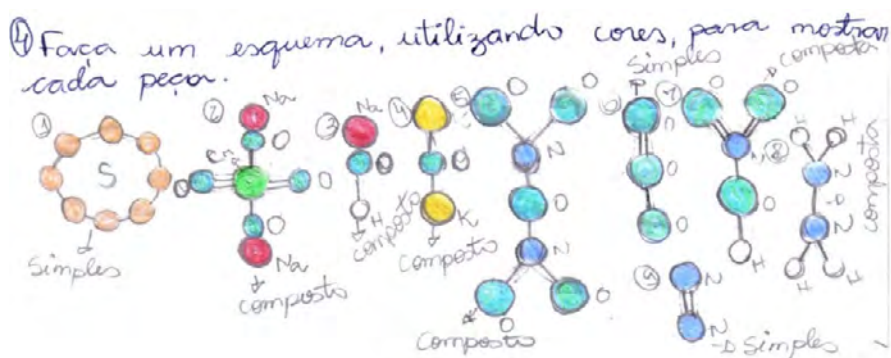
ANÁLISE DO TEXTO

Inicialmente, enfatizou-se a importância da agricultura na produção de alimentos para a sobrevivência do ser humano, além de ser uma fonte de renda para diversas pessoas, destacando-se os agricultores e os comerciantes que trabalham diretamente nesse setor. Dando continuidade foi discutida a diferença entre os processos utilizados na agricultura. Neste ponto, os alunos analisaram a produção agrícola em toneladas por hectare e a questão do uso excessivo do solo por uma monocultura. Eles apontaram algumas sugestões para cuidar do solo, como o uso de adubos e a utilização do processo de irrigação. Foram levantadas questões sobre os fertilizantes, compostos químicos que visam suprir a deficiência em substâncias vitais à sobrevivência dos vegetais (SANTOS et al, 2005). Nesse momento, foi observada a necessidade dos alunos buscarem informações sobre definições e constituição dos fertilizantes. Eles concluíram que os fertilizantes eram constituídos por: produtos químicos, produtos tóxicos, agrotóxicos, insumos químicos, mistura química e substâncias químicas. Por encontrarem em suas pesquisas o termo “produtos tóxicos” alguns alunos consideraram fertilizantes como algo que causa malefícios ao solo e aos seres vivos. Nesse sentido, foi iniciada uma discussão sobre a necessidade quanto ao uso adequado de fertilizantes no solo.

ANÁLISE DA ATIVIDADE COM MIÇANGAS

Percebeu-se a influência do aspecto lúdico da atividade, pois, alunos que eram tímidos nas aulas, foram participativos demonstrando interesse pelo conteúdo. Nesse contexto, as atividades desenvolvidas foram fundamentais para promover um ambiente propício a discussões em grupo e importantes para o processo de aprendizagem, pois, os alunos expuseram suas ideias e dúvidas em um ambiente dinâmico, promovendo não só o envolvimento intelectual, mas também o afetivo. Desta forma, as interações dos alunos com modelos concretos representacionais das substâncias químicas com miçangas foram valiosas para que eles identificassem substância simples, substância composta e elemento químico na atividade como pode ser observado na figura 4.

Figura 4. Representação das substâncias químicas realizadas pelo grupo 2.



Fonte: Própria.

ANÁLISE DO JOGO DE PALAVRAS-CRUZADAS

Na análise da resolução da palavra-cruzada, considerou-se: as respostas dos alunos aos enigmas relacionados aos conceitos mistura, substância

simples, substância composta e elemento químico; os enigmas relacionados com a temática agricultura e a quantidade de enigmas não respondidos (tabela 1). Observa-se na tabela 1 que a maioria dos grupos obteve um bom aproveitamento na resolução dos enigmas, destaque para o grupo 4 que conseguiu 100% e 75% de acertos dos enigmas relacionados com os conteúdos químicos e a temática respectivamente.

Tabela 1: Respostas dos alunos aos enigmas do jogo de palavras-cruzadas.

t	Enigmas relacionados com os conceitos mistura, substância simples, composta e elemento químico			Enigmas relacionados com a temática - agricultura		
	Certo	Errado	Em branco	Certo	Errado	Em branco
1	66,6%	11,2%	22,2%	54,2%	25%	20,8%
2	83,3%	5,5%	11,2%	66,7%	12,5%	20,8%
3	55,6%	5,5%	38,9%	45,8%	8,4%	45,8%
4	100%	0%	0%	75%	8,4%	16,6%
5	83,3%	0%	16,7%	66,7%	0%	33,3%
6	61,1%	0%	38,9%	41,6%	8,4%	50%
7	44,4%	11,2%	44,4%	16,6%	25%	58,4%

Fonte: Própria.

Nesse sentido, a discussão do texto e a atividade com miçangas podem ter contribuído. Percebe-se ainda que os grupos responderam um percentual maior de enigmas ligados aos conteúdos químicos do que ligados à temática. As respostas em branco corresponderam principalmente: aos enigmas dos conteúdos químicos que necessitavam dos conhecimentos químicos em nível fenomenológico e teórico; aos enigmas que solicitavam um conhecimento mais aprofundado relacionado à temática, como o enigma 2, “tipo de fertilizante que contém composição química definida”. O aspecto motivacional do

jogo foi observado durante a atividade. Houve uma maior aproximação deles com a professora/pesquisadora, além de criar uma atmosfera dinâmica e agradável ao aprendizado.

ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS GRUPOS À SITUAÇÃO-PROBLEMA

Inicialmente o grupo 1 perguntou se o pH do solo influenciava no crescimento dos vegetais. A professora/pesquisadora fez a mesma pergunta à turma na intenção de verificar se eles entendiam sobre pH. Os alunos responderam que servia para dizer se algo estava ácido e acreditavam que o solo ácido prejudicava as plantas. A professora/pesquisadora respondeu que a análise do pH determina a acidez ou alcalinidade e que no caso do solo quanto mais íon hidrogênio (H^+) estiver presente ele será ácido, e que a presença do alumínio na sua forma iônica Al^{3+} , também atua como acidificante do solo, uma vez que impede a fixação dos demais íons alcalinos como o Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}) que são importantes para a nutrição das plantas. O grupo explicitou na resposta à SP a importância da química para a agricultura, quando relatou a necessidade de se fazer uma análise do solo para verificar a quantidade de nutrientes presentes no mesmo e reconheceu a composição dos adubos químicos. Ele também identificou alguns motivos que podem ter provocado a diminuição da fertilidade do solo, como por exemplo, a questão do pH do solo, trabalhado no jogo de palavras-cruzadas, pois o solo ácido prejudica o desenvolvimento das plantas. Além disso, comentou da necessidade de fornecer água ao solo e sugeriu o plantio de várias culturas e a criação de animais que foram discutidos na análise do texto. Os argumentos utilizados sugerem que o grupo conseguiu fazer a associação das atividades com a situação-problema. O grupo 2 levantou uma questão relacionada à composição do solo húmus. A professora/pesquisadora perguntou aos alunos se eles conheciam o solo húmus. Os alunos afirmaram que sim. Em seguida pediu que eles dissessem al-

gumas características desse solo. Eles disseram que era uma terra preta, que tinha minhoca e algumas folhas. A professora/pesquisadora explicou que o solo húmus contém seres vivos como bactérias, fungos e as minhocas citadas por eles, e que esses seres tinham a função de decompor os restos de folhas e animais que caem no chão, e que o resultado dessa decomposição era o húmus rico em matéria orgânica. O grupo, na sua resposta à SP, reconheceu a necessidade de fertilizar o solo utilizando adubo orgânico (estrumo), também comentou da necessidade de fazer o processo de irrigação, reconheceu ainda que a prática de queimadas prejudica a fertilidade do solo. Porém o grupo não compreendeu a relação do conteúdo químico com a temática agricultura, ficando preso ao senso comum, uma vez que em nenhum momento comentou da composição química dos nutrientes que são essenciais aos vegetais, não reconheceram a necessidade de uma análise química para diagnosticar a fertilidade solo, e também não identificaram os motivos possíveis da diminuição da sua fertilidade. O grupo 3, na resposta à SP, comentou da necessidade de uma adubação para fornecer nutrientes para os vegetais, destacando o tipo e quantidade de adubo, também foram apresentados por este grupo a necessidade da preparação do solo para o plantio. Observou-se que os conceitos de misturas e substâncias foram relacionados com a temática quando o grupo destacou granulado químico (fertilizante químico) como mistura de adubos (nutrientes do solo), porém ele usou uma linguagem do senso comum para responder a SP, sem fazer uma associação das diversas atividades trabalhadas com a SP. O grupo 4 questionou sobre a aplicação do adubo químico se poderia ser utilizado junto com o adubo orgânico. A professora/pesquisadora os interrogou sobre o que vem a ser adubo químico e adubo orgânico. Os alunos responderam que o adubo químico era uma mistura de produtos químicos e o adubo orgânico era o estrumo, restos de folhas e animais. Diante do exposto foi realizada uma discussão sobre a composição química dos adubos onde os alunos concluíram que ambos apresentavam a mesma constituição, porém

em proporções diferentes. Então não haveria problema em misturar os adubos. O grupo apresentou um bom desempenho na resposta a SP, ficou nítida a compreensão da importância da química na agricultura, eles reconheceram que era preciso avaliar o solo, e a necessidade de medir a proporção dos nutrientes do solo e de fazer um rodízio no cultivo do solo. O grupo 5 não apresentou dificuldades em redigir seu texto para a SP. Porém antes de fazê-lo solicitou a professora/pesquisadora algumas características do solo arenoso. A mesma perguntou o que eles entendiam sobre solo arenoso. O grupo respondeu que se tratava de um solo seco. A professora/pesquisadora concluiu que o solo arenoso é rico em areia, ou seja, predomina grãos de diversos tamanhos, e que era um solo de grande permeabilidade, onde a água passa com facilidade, diferente dos demais solos como, por exemplo, o argiloso onde a água passa com dificuldade. Este grupo expressou muito bem suas ideias, citando pontos relevantes para a recuperação da fertilidade do solo. O grupo 6 sentiu dificuldade em sintetizar os conhecimentos em decorrência das divergências de opiniões. A professora/pesquisadora buscou mediar as discussões deste grupo para que eles levassem em consideração as opiniões de todos os componentes. Durante as discussões surgiu uma dúvida acerca da existência de um agrotóxico que não prejudicasse o solo e nem os seres que vão se alimentar das plantas. A professora/pesquisadora entendendo a dúvida dos alunos, explicou que existem três tipos de agrotóxico, pesticida, que combate os insetos, fungicida, que combate os fungos e herbicida, que combatem as plantas daninhas. Porém, quando usados indiscriminadamente trazem riscos para os seres vivos podendo causar problemas de saúde e empobrecimento do solo. Percebeu-se que os alunos associaram os conhecimentos trabalhados nas diversas atividades realizadas em sala de aula, tendo em vista que utilizaram uma linguagem com vocábulos apresentados nas palavras-cruzadas e no texto como por exemplos: NPK, agrotóxicos, monocultura, irrigação. O grupo 7 teve dificuldade em organizar as ideias, principalmente na escrita da

resposta à SP. Embora tivessem falado da necessidade adubação para fornecer nutrientes para os vegetais, o grupo ficou muito preso ao conhecimento do cotidiano, sem fazer uma associação com os conceitos químicos trabalhados. Finalmente, nas respostas dos grupos à SP observou-se que os conceitos de mistura, substância simples, substância composta e elemento químico foram pouco abordados, estando presentes mais aspectos relacionados a temática agricultura.

Após o término das atividades a professora/pesquisadora solicitou que os alunos se posicionassem individualmente por escrito com relação a experiência vivenciada. Alguns comentaram que o jogo palavras e a situação-problema foram bastante difíceis de resolver: “*professora você pegou pesado com a situação problema...*”. Mas de um modo geral eles demonstraram bastante satisfação com as atividades realizadas: “*Continue fazendo aulas dinâmicas*”. “*Aprendemos mais com aulas dinâmicas*”. “*... foi maravilhoso e mais fácil de aprender*”. “*Espero que as aulas continuem sempre assim, sendo diferente, pois chamaram minha atenção*”. “*Esse método de ensino foi muito gratificante, consegui adquirir um bom conhecimento sobre esses assuntos abordados*”.

CONCLUSÃO

De uma maneira geral houve participação e interesse da maioria dos alunos no processo de resolver a situação-problema. Esse interesse foi mobilizado por um “enigma” e não estava ligado a um desejo pré-existente; foram vivenciadas várias atividades que permitiram que os estudantes efetuassem as operações mentais requisitadas; respeitou-se o raciocínio de cada um; foi identificado resultados em termos de aquisição pessoal; integrou-se um trabalho metacognitivo relacionando regularmente os resultados obtidos e os procedimentos utilizados.

Os comentários dos alunos reforçaram a necessidade de abordagem dos conteúdos científicos numa perspectiva de ensino que contemple situações

problemáticas que retratem temas da sociedade. Nesse sentido, esse trabalho pode muito contribuir.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. X.; SILVA, R. R. e TUNES, E. O conceito de substância em Química apreendido por alunos do Ensino Médio. **Química Nova**, n. 18 (1), p. 80 – 90, 1995.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: v.2, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

CACHAPUZ, A. e PAIXÃO, F. Mudanças na prática de Ensino da Química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 26 – 30, 2003.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.3, p.291 - 296; 1988.

KINALSTKI, AC ZANON, LD. O leite como tema organizador de aprendizagem de química no ensino fundamental. **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 15-19, 1997.

LUTZENBERGER, J. A. **The Meat Business – devouring a Hungry Planet**. Editado por Geoff Tansey e Joyce D’Silva em Londres (Earthscan Publications Ltd), 1999. http://www.vegetarianismo.com.br/sitio/index.php?option=-com_content&task=view&i d=88&Itemid=114. Acessado em 23 de setembro de 2006.

MACHADO, A. H. **Aula de Química – discurso e conhecimento**. 1. ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, v. 1. 200 p, 1999.

MACEDO, L. **Situação-problema: forma e recuso de avaliação, desenvolvimento de competências e aprendizagem escolar.** In: PERRENOUD, Philippe. et al. *As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.* Porto Alegre: Editora Artmed, 2002. Cap.5, p.115.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

MARCELINO JR. C.A.C.; CAMPOS, A. F.; BARBOSA, R. M. N.; DO AMARAL, E.M.R.; LACERDA, C.C. **A construção de palavras cruzadas por alunos e alunas do Ensino Superior: uma atividade para abordagem das funções oxigenadas.** In: XXVI Congresso Latino Americano de Química/ 27ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2004.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-281, 2000.

NUÑEZ, I. B e SILVA, S. F. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B.p. 1197-1203, 2002.

OKI, M. C. M., O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, 2002.

OLIVEIRA, R. J. O mito da substância. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 8-11, 1995.

PERRENOUD, P. e THURLER, M. G. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2002. p. 113-135.

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

ROCHA, J. R. C. e CAVICCHOLI, A. Uma abordagem Alternativa para o Aprendizado dos Conceitos de Átomo, Molécula, elemento Químico, Substância sim-

ples e Substância Composta, nos Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, n. 21, p 29-33, 2005.

ROCHA-FILHO, R. C.; TOLENTINO, M; SILVA, R. R; TUNES, E e SOUZA, E. C. P. Ensino de conceitos de química III. Sobre o conceito de substância. **Química Nova**, 11, 417, 1988.

SILVA, N. S. e AGUIAR JR, O. G. O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n. 3, p.1-17, 2008.

TUNES, E; TOLENTINO, M; SILVA, R. R; SOUZA, E. C. P e ROCHA-FILHO, R. C. Ensino de conceitos de química IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. **Química Nova**, 12, 199, 1989.

Observação: este estudo foi publicado originalmente na revista **Química Nova na Escola**, n.2, v.34, p.75-82, 2012.

ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM PROCESSO FORMATIVO NO MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Samyr Pessoa da Silva (In memoriam)

Verônica Tavares Santos Batinga

INTRODUÇÃO

Os exercícios são bastante utilizados na escola e priorizam na sua resolução o uso de fórmulas e algoritmos para operacionalizar conceitos, treinar regras ou leis, visando a aplicação de operações padrões na resolução de outros exercícios do mesmo tipo (Freire e Silva, 2013). Entretanto, os exercícios não exigem um tratamento mais próximo da atividade científica tal como ocorre com os problemas, que contemplam a elaboração de hipóteses, de estratégias de resolução, análise e comunicação de resultados. Os enunciados dos exercícios trazem todos os dados necessários à sua resolução. Já os problemas, são apresentados como situações abertas, em um contexto delimitado, com orientações que fornecem algumas informações sobre o processo de resolução (FREITAS, BATINGA e CAMPOS, 2017).

Uma das versões que remetem a origem da abordagem de ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas se refere à inovação de currículos da década de 1960 das Ciências da Saúde, na América do Norte, mais precisamente nos países do Canadá e Estados Unidos. Neste período o

cenário educacional em que a medicina estava inserida era pautado no ensino por transmissão-recepção, mas com o “boom” da tecnologia e o aumento das exigências para a prática profissional futura surgiu da necessidade de uma reforma curricular, em busca de um ensino que articulasse a teoria à prática e a realidade social do país (SALES, 2017).

Nesse estudo estamos considerando que os termos resolução de problemas (RP), aprendizagem baseada em problemas (ABP) e ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas (EABRP) apresentam o mesmo significado. O EABRP é uma abordagem didática que parte do princípio de usar problemas como ponto de partida para a internalização e integração de novos conhecimentos. No processo de RP o estudante desenvolve o pensamento crítico, autonomia, habilidades de comunicação e tomada de decisão (VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012; BATINGA e TEIXEIRA, 2014).

O conceito de problema é entendido como uma situação que um grupo ou um indivíduo quer e/ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um modo imediato que leve à resolução. Nesse sentido, uma situação pode ser compreendida como um problema quando os sujeitos atribuem um reconhecimento desta e quando solicita dos estudantes um processo de reflexão e/ou tomada de decisão sobre a estratégia a ser adotada no processo de resolução de problemas. Um problema é uma situação nova, contextualizada ou diferente do que já foi aprendido pelos estudantes, por isso demanda a busca de conhecimentos, estratégias, procedimentos e/ou atitudes para encontrar possíveis formas de resolução (POZO, 1998; SALES e BATINGA, 2017).

Para ilustrar o conceito de problema adotado neste estudo tomamos o seguinte exemplo: Imagine que um professor de Química abordou o conteúdo de soluções, e durante a aula ele identificou que os alunos não sabiam como preparar uma solução. Então, ele levou os alunos ao laboratório de química e propôs o problema: Precisamos realizar uma análise volumétrica para determinar o percentual de ácido acético no vinagre. Para isso, utilizaremos uma

solução de hidróxido de sódio (NaOH) de concentração molar 1,0 mol/L. Para atender a essa necessidade, como você prepararia esta solução no laboratório? (BATINGA, 2010). Considerando que o problema acerca da preparação de solução insere-se no contexto escolar, entendemos que sua resolução requer dos alunos o desenvolvimento de técnicas, conhecimentos conceituais, procedimentos, habilidades e atitudes que possibilitam uma nova aprendizagem.

A resolução de problemas nas Ciências da Natureza pode proporcionar aos alunos compreender não apenas como funciona o mundo natural, mas também quais as implicações dos avanços do conhecimento científico e tecnológico para a vida social do cidadão comum. Tal objetivo justifica-se na medida em que os alunos como cidadãos sejam capazes de aplicar parte de sua aprendizagem escolar para entender os fenômenos que os cercam e os projetos tecnológicos gerados pela ciência e vice-versa.

Comumente, a produção do conhecimento científico é desencadeada pela busca de soluções para algum problema. Este pode ser de ordem prática ou teórica. Por exemplo, o desenvolvimento de tecnologias químicas para tratar resíduos provenientes da decomposição de materiais (pilhas, lixo doméstico e hospitalar) presentes nos lixões, que causam contaminação do solo e dos lençóis freáticos e, conseqüentemente, da água. Outro exemplo é quando a água contaminada é consumida para fins domésticos pela comunidade que reside próxima a estes lixões. Isso pode acarretar problemas de saúde à população, devido à presença de substâncias patogênicas dissolvidas na água (BATINGA, 2010).

Ao trazer para a sala de aula problemas a serem resolvidos os professores estarão criando potencialmente condições para que os estudantes elaborem hipóteses, busquem conhecimentos já produzidos acerca do que estão estudando, realizem experimentos tanto para testar suas hipóteses, como para entender os conhecimentos já produzidos e socializem o conhecimento construído com os colegas de turma. Daí porque se diz que a resolução de pro-

blemas em princípio possibilita a vivência da cultura científica (SILVA, SÁ e BATINGA, 2019).

Ao resolver problemas, o aluno além de mobilizar aspectos cognitivos, como é o caso da elaboração e testagem de hipóteses ou revisão de conhecimentos, envolve também dimensões afetivas e sociais relevantes. Por exemplo, interagir com colegas exercita a habilidade de escuta, propicia a reflexão sobre diferentes pontos de vista, cria um contexto favorável à argumentação e favorece a autoestima. A soma destes aspectos esclarece porque se busca no nível nacional um ensino centrado na abordagem de resolução de problemas, vinculados às questões contextualizadas a partir do cotidiano ou de aspectos sociocientíficos (BRASIL, 2002; 2006).

Nesse sentido destaca-se a importância da formação continuada de professores que irão atuar e que atuam na Educação Básica (BRASIL, 2001) a fim de que eles possam ter um contato e se apropriar de conhecimentos pedagógicos, metodológicos e específicos que permitam aprender: elaborar e atuar em projetos pedagógicos e aprender sobre metodologias de ensino que valorizem o desenvolvimento de competências e habilidades sociocientíficas, a interdisciplinaridade, a contextualização e a preparação dos alunos para o exercício de uma sociedade sustentável (BRASIL, 2001). Uma dessas metodologias é o Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas que será discutida nesse trabalho.

Tendo em vista que o EABRP não é uma abordagem simples de ser desenvolvida na sala de aula, consideramos razoável supor que a formação continuada ou em serviço sobre esta temática pode contribuir para que os professores assimilem elementos dessa abordagem, de modo que possam adquirir um melhor suporte teórico-metodológico para desenvolvê-la em sua prática docente.

Nessa perspectiva, em levantamento bibliográfico realizado em 26 periódicos nacionais e internacionais (Qualis CAPES, A1, A2, B1, e B2) na área

de Ensino de Ciências, no período de 2013 a 2017, visando identificar estudos sobre a abordagem de Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas na formação continuada de professores de Química e Biologia foram encontrados cinco artigos que apresentam estudos sobre esta abordagem. Entretanto, nenhum deles discorreu sobre o EABRP no contexto da formação continuada de professores de Química e Biologia, em cursos de mestrado de Ensino das Ciências de instituições de ensino superior (IES). Esse foi um dos motivos que justificou a delimitação do objeto de estudo dessa pesquisa, que versa sobre um processo de formação continuada de professores com foco no EABRP para o ensino médio.

Os resultados do levantamento deram suporte para delimitar a seguinte questão de pesquisa: Quais elementos da abordagem de EABRP emergem nas propostas didáticas elaboradas pelos professores cursistas de um processo de formação continuada sobre esta temática? Para responder a pergunta esse trabalho objetiva identificar elementos do EABRP presentes nas propostas didáticas produzidas pelos professores cursistas em processo de formação continuada no contexto de um mestrado em Ensino das Ciências. A seguir apresentamos o referencial teórico que norteará esse estudo.

O PAPEL DO PROFESSOR NO PROCESSO DE ELABORAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO EABRP

No EABRP é necessário que o professor saiba elaborar problemas, incentivar e mobilizar os estudantes para resolvê-los; conhecer as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, os tipos de estratégias que eles utilizam e o tempo destinado à resolução de problemas, bem como criar um contexto que auxilie na construção de soluções diversas e adequadas ao problema.

Para isso, o professor necessita se apropriar de aspectos teórico-metodológicos da abordagem de EABRP (FREIRE e SILVA, 2013) a fim de que os problemas propostos possam motivar os alunos a pensar, tomar decisões,

planejar e recorrer à sua bagagem de conceitos e procedimentos adquiridos a priori para se chegar a uma possível resolução do problema. É importante ressaltar que o objetivo desta abordagem não é apenas o resultado da solução do problema, mas sim, todo o processo percorrido pelos estudantes na vivência das etapas que levam a propor uma solução (SILVA e NÚÑEZ, 2002; SALES, 2017).

Nessa direção, alguns aspectos podem ser considerados na elaboração de um problema, como: mobilizar interesse e motivação dos alunos, por isso a importância de seu vínculo com o dia a dia; ter a possibilidade de ser resolvido, usando uma estratégia adequada, o que implica em uma nova construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (SALES e BATINGA, 2017).

A elaboração de problemas deve ter como objetivo: abordar o conteúdo pretendido partindo de um contexto, pensar na tipologia do problema e sua função, diagnosticar e colocar em evidência as concepções prévias dos estudantes sobre o problema abordado, constituir um desafio adequado à faixa etária dos estudantes relacionar-se com aspectos do cotidiano dos estudantes ou aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (SALES e BATINGA, 2017). Dessa forma, a proposição de problemas pode alcançar maiores oportunidades de construção de conhecimentos científicos significativos e contextualizados em sala de aula.

Neste aspecto, os professores apresentam um papel fundamental na introdução de problemas em sala de aula. E necessitam conhecer os conhecimentos prévios dos alunos no processo de resolução do problema; mobilizá-los para resolvê-los; conhecer as dificuldades enfrentadas pelos alunos; os tipos de estratégias que eles utilizam e o tempo destinado à resolução de problemas. Além de criar um contexto e propor atividades que lhes auxiliem na construção de sua resolução. Tudo isto nos parece aspectos de importante

relevância a ser considerado. Em seguida apresentamos alguns tipos de problemas e suas funções.

TIPOLOGIAS DOS PROBLEMAS NO EABRP

De acordo com a literatura os problemas podem apresentar-se de várias formas. Destacamos uma tipologia de problemas segundo Pozo (1998). De acordo com este autor os problemas podem ser classificados como: cotidianos, científicos e escolares. O problema escolar é aquele que mais interessa no contexto em que este estudo se situa.

Os problemas escolares podem servir para a construção de articulações entre o conhecimento científico e cotidiano. Nessa perspectiva, no planejamento de problemas escolares deve-se considerar que os alunos se encontram mais próximos do conhecimento do cotidiano; que seus problemas não são os da ciência, e que partindo dos seus conhecimentos prévios é preciso criar situações que os ajudem de forma gradual e progressiva a avançar no modo como resolvem problemas cotidianos para interiorizar novas formas de pensar e agir que se aproximem da resolução de problemas do tipo escolar.

Vale ressaltar que os problemas escolares não são concebidos como uma imitação ou aproximação forçada à pesquisa científica, mas sim como uma forma de auxiliar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de resolução de problemas mais próximos aos da ciência, assim como a diferenciar as atividades e contextos nos quais os métodos da ciência tornam-se mais eficazes do que uma abordagem cotidiana de resolução de problemas (POZO, 1998). Este pode ser um caminho para que os problemas escolares possam ser reconhecidos como problemas pelos alunos, que eles querem e precisam resolver e não apenas como um problema proposto pelo professor.

Segundo Pozo (1998) os problemas escolares podem ser do tipo qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas. O problema escolar qualitativo requer do estudante a mobilização de raciocínios teóricos baseados inicialmente nos

seus conhecimentos, sem necessidade de se apoiar em cálculos numéricos, realização de experiências ou de manipulações experimentais durante o processo de resolução (POZO e CRESPO, 1998).

O enunciado deste tipo de problema é mais subjetivo e aberto. Tem por objetivo prever ou explicar um fato ou fenômeno, relacionar os conteúdos científicos com fenômenos vivenciados no cotidiano. A analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos prévios e/ou modelo conceitual proposto pela ciência. Na etapa de resolução o aluno recorre ao seu conhecimento prévio e a elaboração de hipóteses que podem contribuir com possíveis soluções para o problema.

Uma das vantagens dos problemas escolares qualitativos é que se configuram como uma atividade e recurso didático para que o aluno trabalhe os conceitos científicos nas discussões em grupos. Trata-se também de um recurso útil para elaborar problemas em contextos em que não é possível manipular experimentalmente as variáveis existentes, como por exemplo, em escolas que não dispõem de laboratório de química e/ou que não utilizam atividades experimentais para a construção de conceitos científicos. São bastante adequados para introduzir o aluno a um novo conteúdo ou âmbito de reflexão, que podem ser complementados com outro tipo de atividade didática.

No problema escolar quantitativo as informações fornecidas no seu enunciado envolvem principalmente quantidades, embora os resultados possam não ser. Nesses problemas os alunos manipulam e articulam dados numéricos e grandezas, buscando elaborar uma ou mais estratégias de resolução, seja ela numérica ou não. As estratégias baseiam-se no cálculo matemático, na análise e comparação de dados e na utilização de fórmulas e equações, diferentemente do que ocorre com o problema escolar qualitativo (POZO, 1998).

De acordo com Pozo (1998) os problemas escolares quantitativos têm sido usados com frequência no contexto das aulas de ciências da natureza. Esses problemas podem ser úteis quando se deseja alcançar objetivos concre-

tos, como por exemplo, ajudar o aluno a compreender os conceitos científicos por meio da compreensão e aplicação de determinadas grandezas por meio de cálculos; permitir a aprendizagem de habilidades (conteúdos procedimentais), técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos; familiarizar o aluno com a importância das medidas, da precisão, das grandezas e das unidades utilizadas para medi-las.

O uso de problemas escolares quantitativos na sala de aula apresenta limitações e potencialidades. Em linhas gerais, uma das potencialidades quanto ao uso dos destes problemas é que se apresentam como um meio de familiarizar os alunos com o manejo de diferentes técnicas e algoritmos; ajudá-los e fornecê-les os instrumentos necessários para abordar problemas mais complexos e difíceis. A quantificação permite estabelecer relações mais simples entre as diversas grandezas científicas, o que pode facilitar a compreensão das leis da natureza (POZO e CRESPO, 1998).

Uma das principais limitações quanto ao uso destes problemas é porque em muitos casos há sobreposição do problema matemático ao científico. É bastante comum observar que os alunos consideram ter resolvido um problema quantitativo quando obtém um número como resposta, a qual se refere à solução matemática, sem parar para pensar sobre o significado que representa este número dentro do contexto da resposta científica na qual se situa o problema. Vale ressaltar a atenção necessária no processo de resolução de problemas para que as dificuldades matemáticas não venham a mascarar o problema de ciências. Em outras palavras, que o aluno, e às vezes o professor não percebiam e avaliam o problema com uma tarefa essencialmente matemática. Nesse sentido é importante que os professores reflitam sobre o papel dos problemas quantitativos nas aulas de ciências, buscando entender a quantificação como um meio para aprender ciências e não como um fim em si mesmo (POZO, 1998).

O problema do tipo pequenas pesquisas, propõe para os alunos uma pergunta cuja resposta requer necessariamente um trabalho prático, que pode acontecer no laboratório, sala de aula ou como uma atividade de campo. Uma das vantagens da pequena pesquisa é ser muito útil no ensino de ciências por relacionar os conceitos teóricos às suas aplicações práticas e vice-versa. Em alguns casos, ajudam ainda na mobilização e transferência de conceitos científicos escolares para âmbitos mais cotidianos, sendo muito motivador para os alunos. Este último aspecto torna-o um bom recurso didático no processo de resolução de problemas. Quanto às limitações, ressaltamos que a pequena pesquisa não pode ser considerada como “pesquisas” no contexto e compreensão literal da ciência, mas representam uma boa aproximação com as características da cultura científica (POZO e CRESPO, 1998; BATINGA, 2010).

ETAPAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO TIPO ESCOLAR NO EABRP

Perales Palácios (1993) menciona que para resolver um problema é necessário levar em consideração algumas variáveis que podem interferir no processo de resolução do problema, como: a natureza do problema, o que implica em analisar a estrutura, a linguagem, a complexidade, o tipo de problema, se é qualitativo, quantitativo ou ambos; o contexto e as condições de resolução, a consulta a fontes de informações, tempo disponibilizado para a resolução, as variáveis inerentes aos atores envolvidos na resolução, como conhecimento teórico, prático, criatividade, interesse, habilidades cognitivas, expectativas, idade, atitude e se as atividades de resolução serão individuais e/ou em grupos.

Há consenso entre diversos autores que adotar atividades e experiências didáticas que trazem características das atividades científicas, aproximando-as da realidade escolar pode refletir numa aprendizagem mais significativa e que faça sentido para os estudantes. Segundo Pozo e Crespo (1998),

Sales (2017) e Sales e Batinga (2017) são sugeridas algumas etapas relevantes quanto ao processo de resolução de problemas:

I. Proposição e resolução do problema: inicia-se no seu reconhecimento e na tomada de consciência pelos estudantes organizados em grupos acerca do que se precisa resolver e explicar algo da natureza, fatos, leis, teorias, mas a explicação é desconhecida pelos estudantes;

II. Delimitação do problema: propiciar a elaboração das hipóteses por parte dos estudantes, entendida como possíveis respostas para resolver o problema;

III. Elaboração de experiências/atividades pelo professor: para que os estudantes possam testar, confrontar e/ou avaliar as hipóteses elaboradas para a resolução do problema no contexto escolar. Para isso, precisam identificar e aprender a controlar as variáveis que podem vir a interferir na resolução durante a realização das atividades, buscando apresentar dados e informações confiáveis. Elaboração de estratégias e busca de informações para resolver o problema;

IV. Discutir e interpretar os dados obtidos durante a realização dos experimentos/atividades didáticas e na busca de informações. Analisar se a/as hipóteses elaboradas são confirmadas ou não, se será preciso reavaliá-las com base na estratégia de resolução proposta, nos conhecimentos científicos aprendidos e nas evidências observadas durante o processo de resolução. Comunicar o resultado e conclusões sobre a resolução do problema para a turma e professor.

Vasconcelos e Almeida (2012) também apresentam algumas etapas envolvidas no processo de resolução de problemas:

Cenário: apresentação de um problema escolar, real ou fictício;

Questões-Problema: enunciado do problema como resultado do cenário e contexto de aprendizagem;

Fatos: são as condições necessárias à resolução (podendo ou não ser delimitadas pelo professor ou ambiente em que se apresenta o cenário);

Hipóteses: são as ideias/respostas preliminares que podem ser inferidas ou deduzidas dos fatos e da interpretação do problema;

Investigação: é a pesquisa direcionada à resolução do problema por meio de testagem e/ou refutação ou reflexão sobre as hipóteses elaboradas, busca de informações e elaboração de estratégias para a internalização de novos conhecimentos e fatos;

Evidências: são os resultados da investigação de possibilidades (viáveis ou não) por meio do tratamento e análise dos dados coletados e/ou construídos para serem discutidas para a apresentação e comunicação do processo de resolução do problema;

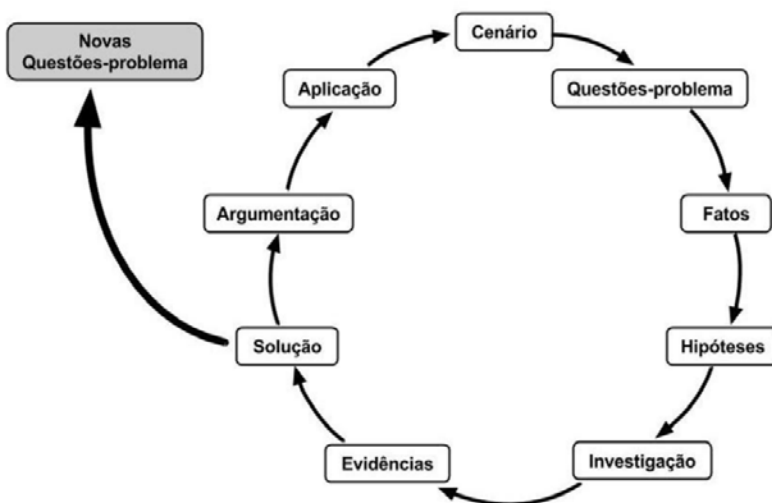
Solução: possibilidade de resposta mais aceita, adequada ou viável que deve ser defendida usando argumentos científicos ou sociocientíficos;

Novas Questões-Problema: podem advir das evidências, caso existam múltiplas soluções viáveis ou discutíveis;

Argumentação: é a prática da defesa científica da solução mais favorável/adequada;

Aplicação: quando possível, utiliza-se um modelo em que a solução mais adequada possa ser empregada para verificar sua validade e as alterações que podem produzir no cenário. A figura 1 a seguir ilustra estas etapas.

Figura 1: Etapas relativas ao processo de resolução de problemas.



Fonte: VASCONCELOS e ALMEIDA (2012).

FORMAS DE AVALIAÇÃO NO EABRP

A avaliação é um importante momento da resolução de problemas cuja finalidade é analisar, identificar, verificar, atribuir valor. Em outras palavras, busca-se avaliar o processo de construção de conhecimentos pelos estudantes, privilegiando o aspecto qualitativo da avaliação, mas também as possibilidades e limitações da abordagem de EABRP. Podem-se adotar múltiplas formas de avaliação do desenvolvimento sócio cognitivo do estudante, tais como: diagnóstica, contínua e somativa.

No EABRP, a avaliação busca ser contextualizada, processual e integrada as atividades de aprendizagem realizadas pelos estudantes nas interações sociais estabelecidas, com base em critérios de avaliação explicitados pelo professor.

Segundo Vasconcelos e Almeida (2012) e Gonzáles e Del Valle (2018), alguns tipos de avaliações podem ser adotadas no EABRP:

I. **Formativa:** tem como objetivo avaliar se ao longo do processo de ensino, os alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem com relação aos conteúdos abordados;

II. **Contínua:** neste tipo de avaliação é possível avaliar o processo de aprendizagem dos alunos, identificar suas dificuldades e elaborar novas intervenções sempre que necessário;

III. **Diagnóstica:** auxilia o professor a identificar as dificuldades de aprendizagem e lacunas com relação ao conteúdo a ser abordado, buscando planejar ações, recursos e estratégias de ensino para possibilitar a aprendizagem dos alunos;

IV. **Somativa:** tem o propósito de atribuir conceitos ou notas, detalhar a avaliação de cada estudante, considerando todo o processo de resolução de problemas;

V. **Auto-avaliação:** pode ser realizada tanto pelo aluno quanto pelo professor para se ter consciência dos aspectos e atividades que contribuíram de forma efetiva para a aprendizagem dos estudantes, bem como do que precisa ser aperfeiçoado para momentos posteriores.

Em síntese, a avaliação constitui-se em um momento de reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem. Ao avaliar, o professor estará identificando as dificuldades e condições de aprendizagem dos alunos. E partir disso, promover outras atividades, recursos didáticos e formas de interações para um melhor avanço na compreensão dos temas e conteúdos estudados, e não para sua exclusão dos estudantes, quando se avalia apenas o aspecto quantitativo da avaliação.

A seguir apresentamos a metodologia de pesquisa adotada nesse trabalho:

METODOLOGIA

CONTEXTO DA PESQUISA E PARTICIPANTES

A presente pesquisa é de caráter qualitativo, envolvendo um estudo de caso (LÜDKE e ANDRÉ, 1986) sobre a formação continuada de professores na qualidade de cursistas de uma turma de mestrado, com 12 estudantes em um Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências de uma Instituição de Ensino Superior de Pernambuco (IES). Mas dois professores não participaram de todas as atividades do processo formativo. A formação foi desenvolvida durante a disciplina de Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (EABRP) ministrada em 2017.1 pela professora responsável. Estes estudantes tiveram sua formação inicial na área de licenciatura em: Pedagogia (2), Química (6), Biologia (3) e História (1). Os procedimentos metodológicos adotados para a coleta de dados foram: 1) Elaboração do processo formativo, 2) Desenvolvimento do processo formativo e 3) Análise do processo formativo.

1ª) Etapa: Elaboração do processo formativo

O processo formativo foi elaborado pela segunda autora desse trabalho por meio da seleção de textos de pesquisa e relatos de experiência relacionados com o EABRP em áreas diversas do conhecimento, a fim de considerar o perfil diverso dos professores cursistas. Foram planejados também atividades, materiais e recursos didáticos que foram usados durante o processo formativo (Etapa 2ª). Entretanto, o instrumento usado para coleta e análise de dados dessa pesquisa foram as propostas didáticas (planos de aulas) com base no EABRP, produzidas pelos participantes da pesquisa.

2ª) Etapa: Desenvolvimento do processo formativo

Durante o período da disciplina, os professores (mestrandos) participantes vivenciaram aulas interativas e dialogadas, leitura e debates de textos, resolução de questões, oficina de elaboração de problemas e produção de resumos a partir da literatura indicada e relacionados com os aspectos teórico-metodológicos do ensino e aprendizagem baseados na resolução de problemas, com foco na educação básica, em particular, no ensino médio. O processo formativo ocorreu durante 15 encontros de duas horas cada, totalizando 30 horas com ênfase no EABRP. Nessa etapa os estudantes se organizaram em grupos, individualmente para a realização das atividades, e especificamente, se reuniram em duplas, formando um total de seis duplas, para elaboração, apresentação e entrega de uma proposta didática (plano de aulas) que também foi usada para avaliação na disciplina.

3ª) Etapa: Análise do processo formativo

O processo formativo teve como foco central o tema: Aspectos teóricos e metodológicos envolvidos no EABRP. As propostas didáticas elaboradas pelas duplas foram denominadas de PD1, PD2, PD3, PD4, PD5 e PD6. A proposta PD6 não foi analisada porque os dois professores não participaram de todas as etapas do processo formativo. Esse trabalho centra-se na análise de três propostas didáticas (planos de aulas) elaboradas e entregues pelos professores, são elas: PD1, PD2 e PD3. A análise objetivou identificar elementos do EABRP que emergem nas propostas didáticas elaboradas pelos professores.

REFERENCIAL DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados (propostas didáticas – planos de aulas) foi realizada com base nas categorias relacionadas com o EABRP, tais como: Tipologia de problema, aspectos envolvidos na elaboração e resolução de problemas e for-

ma de avaliação no EABRP, tomando como referência os aspectos discutidos pelos autores que constituem a fundamentação teórica desse trabalho (POZO e CRESPO; 1998; VASCONCELOS e ALMEIDA, 2012; SILVA e NÚÑEZ, 2002; SALES e BATINGA, 2017; SALES, 2017; SILVA, SÁ e BATINGA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS ELABORADAS PELOS PROFESSORES CURSISTAS

A análise das três propostas didáticas elaboradas pelos professores cursistas na disciplina de mestrado em Ensino das Ciências com foco no EABRP forneceu os seguintes resultados:

A proposta PD1 foi elaborada por duas professoras, uma que possuía graduação em Licenciatura em Química e a outra em Licenciatura em Pedagogia. O tema da PD1 foi intitulado de “LIXO E O USO DE PLÁSTICOS NO COTIDIANO”, sendo elaborada para turmas de 3º ano do ensino médio de escolas públicas de Recife-PE, constando de cinco atividades para abordar o conteúdo de Reação de Polimerização, conforme descrição a seguir extraída da proposta:

1) Leitura de texto introdutório sobre o lixo urbano e resolução de questões: “De acordo com seus conhecimentos, responda: 1) Por que os materiais orgânicos se degradam mais rápido do que os materiais sintéticos? Organize em uma tabela exemplos de materiais orgânicos, sintéticos e suas respectivas utilizações. 2) Há diferentes tipos de plásticos? Exemplifique.”;

2) Aula expositiva dialogada sobre Polímeros;

3) Análise de imagens e elaboração de argumentos sobre: “Grupo I – Quais impactos positivos trariam à sociedade o não uso de materiais plásticos sintéticos? Grupo II – Quais impactos negativos trariam à sociedade o não uso de materiais plásticos sintéticos? Grupo III – Qual a posição do grupo diante os argumentos expostos? Justifique.” Em seguida os professores propuseram

a atividade: “Abrir discussão entre os três grupos para que defendam os seus pontos de vista”;

4) Apresentação de proposta de solução de um problema social: Solicitar que a turma se divida em grupos de quatro pessoas para que desenvolvam propostas de resolução do problema da alta utilização de plásticos sintéticos se baseando no Desenvolvimento sustentável e levando em consideração a discussão das atividades 2 e 3;

5) Resolução da situação problema: *“Um estudante de ensino médio ao fazer estudos sobre questões ambientais encontrou e anotou a seguinte definição: “Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Assim, quando discutimos sobre o uso dos plásticos e seus impactos precisamos considerar o necessário equilíbrio entre os interesses econômicos e conservacionistas, levando em contas as melhorias na qualidade de vida da população. Entretanto, considerando o alto consumo de diferentes plásticos, as imagens da atividade 3, e os processos de modificações que produzem os plásticos, como as propriedades destes influenciam na velocidade de degradação no meio ambiente?”*

As atividades foram distribuídas em sete aulas de 50 minutos cada, sendo os alunos organizados em pequenos grupos, com exceção da atividade 5 que foi proposta para ser realizada individualmente.

A análise do problema proposto pelas professoras na PD1 foi do tipo escolar qualitativo segundo Pozo (1998). Este problema não foi utilizado na PD1 para diagnosticar e colocar em evidência as concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo abordado. Mas buscou relacionar em seu enunciado os aspectos ambientais acerca do conteúdo abordado (SILVA e NÚNEZ, 2002).

Algumas etapas da resolução de problemas sugeridas por Vasconcelos e Almeida (2012) poderão ser vivenciadas pelos estudantes no desenvolvimento da PD1, como por exemplo: cenário, questão-problema, fatos, elaboração de hipótese e argumentação, proposição, delimitação, resolução do problema

proposto e comunicação dos resultados (POZO e CRESPO, 1998; SALES, 2017; SALES e BATINGA, 2017).

A avaliação proposta na PD1 foi do tipo formativa, corroborando com Vasconcelos e Almeida (2012) e Gonzáles e Del Valle (2018) e segundo trecho extraído da PD1: “A base avaliativa dos alunos durante a sequência didática proposta será a avaliação formativa que se dará de forma contínua tornando-se elemento do processo de ensino-aprendizagem [...]”. A seguir apresentamos a descrição da PD2.

A proposta PD2 foi elaborada por duas professoras, uma com graduação em Licenciatura em Química e a outra em Licenciatura em História. A temática da PD2 foi intitulada de: “A REVOLUÇÃO FRANCESA E A TABELA PERIÓDICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR ENVOLVENDO A ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMA”, sendo esta elaborada para turmas do 2º ano do ensino médio, constando de três atividades para abordar o conteúdo de Tabela Periódica articulado à Revolução Francesa. As atividades previstas para quatro aulas de História de 50 minutos cada foram:

Atividade 1 História: Aula expositiva dialogada; exibição de trecho do filme (La Révolution Française – Espanha/1989) e pesquisa extraclasse em biblioteca acerca de alguns tópicos vistos no filme;

Atividade 2 História: Aula expositiva dialogada para analisar o processo revolucionário da França verificando os motivos existentes no Terceiro Estado; Texto complementar sobre a Revolução Francesa e as mudanças significativas geradas na política, na sociedade, na economia e, especialmente, mudanças na vida do 3º estado e atividade complementar para identificar as características que marcaram a Revolução Francesa”.

As atividades previstas para quatro aulas de Química de 50 minutos cada foram: **Atividades 1 Química:** Diálogo sobre conceito de elemento químico;

atividade de separação dos alimentos e produtos em classes; exibição de vídeo e atividade extraclasse;

Atividades 2 Química: Aula expositiva dialogada sobre a estrutura da tabela periódica (grupos e períodos) e sobre as propriedades periódicas (configuração eletrônica, raio atômico, energia de ionização, eletronegatividade, afinidade eletrônica e características metálicas e Resolução de exercícios;”

Atividades em conjunto História e Química: Resolução de problema. Os professores de Química e História elaboraram um problema para ser discutido e resolvido em grupos. Ao final, cada grupo iria expor sua resolução e os dois professores proporão a mediação da sistematização das respostas encontradas pelos estudantes.

O problema elaborado pelas professoras foi: *“Na disciplina de História vemos que com cerca de 24 milhões de habitantes, a França era no final do século XVIII o país mais populoso da Europa e também um dos mais injustos. Na França, o Clero e a Nobreza tinham enormes privilégios e o rei impunha a sua vontade – era o representante de Deus na terra. Nessa época a sociedade francesa estava dividida em três ordens ou estados: O Primeiro Estado era o Clero. O Segundo Estado era a Nobreza, composta pela corte, que girava em torno do Rei. O Terceiro Estado era formado pelo Povo. Se pensarmos na Tabela Periódica como uma sociedade desse tempo histórico, também teremos alguns conjuntos de elementos que podemos destacar devido suas características particulares e posições que ocupam na Tabela, como o Hidrogênio; Metais, Ametais e Semi-metais; Gases Nobres; Elementos de Transição; Lantanídeos; Actinídeos. 1) Quais são esses grupos em destaque pelas cores azul, vermelho, verde cinza, amarelo e laranja? 2) Se quiséssemos associar os elementos (Rei, Clero, Nobreza e Povo) da Revolução Francesa com esses grupos em destaque da Tabela Periódica, qual seria esta associação? Justifique sua resposta historicamente e quimicamente.”*

A atividade 1 de História foi proposta para ser realizada individualmente e a segunda em grupos e individual. A atividade 1 de Química em grupos e a se-

gunda de modo individual. Por fim, a atividade conjunta de História e Química foi elaborada para ser realizada em grupos pequenos.

A análise do enunciado do problema elaborado na PD2 apresenta características destacadas por Pozo e Crespo (1998): problema escolar qualitativo; contextualizado a partir da articulação entre a química e a história, clareza quanto ao conteúdo a ser abordado; busca inserir aspectos do conteúdo de tabela periódica a partir de uma analogia com as classes sociais presentes na sociedade no contexto da revolução francesa e o caráter interdisciplinar do problema. Estes fatores apontam a habilidade dos professores para elaborar problemas de acordo com Sales e Batinga (2017).

Quanto à etapa de resolução de problemas percebemos que o problema proposto não é adotado como ponto de partida para a introdução dos conteúdos; não teve como objetivo diagnosticar e colocar em evidência as concepções prévias dos estudantes. Entretanto, percebe-se a etapas de cenário, questão-problema e fatos, conforme destacado pelos autores Vasconcelos e Almeida (2012).

A forma de avaliação do processo de ensino e aprendizagem não foi prevista na proposta PD2.

A proposta PD3 foi elaborada por dois professores, um com graduação em Licenciatura em Química e a outra com graduação em Licenciatura em Pedagogia. A temática da PD3 foi intitulada de: “UMA ABORDAGEM INTER-DICISCIPLINAR SOBRE BEBIDAS ALCÓOLICAS NA ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMA”. Os conteúdos a seguir foram propostos para abordagem partindo desta temática: “tipos de álcool; característica dos álcoois, teor alcoólico, compostos orgânicos, nomenclaturas, propriedades e estruturas moleculares, fermentação e reação química, história da bebida e metabolização do álcool no organismo”.

Na elaboração da PD3 os professores não informaram qual o público alvo que se destina a proposta. As atividades elaboradas para a PD3 foram:

1) **Aplicação de questionário** que aborda a presença da bebida na vida dos estudantes para responder individualmente;

2) **Apresentação do problema** para resolver de forma individual e de uma ficha com perguntas para nortear a discussão do problema nos grupos;

3) **Exibição de Vídeo** “A Química das Coisas - Álcool” como introdução ao conteúdo específico e aula expositiva dialogada sobre grupos funcionais na química orgânica, nomenclatura e propriedades e a produção de etanol pela fermentação;

4) **Leitura compartilhada da matéria da revista Super Interessante** “Dez mil anos de pileque: a história da bebida” e produção de um pequeno vídeo pelos grupos de estudantes para destacar o que aprendeu sobre o texto;

5) **Exibição e discussão do vídeo** “Pipico Morreu” e questões propostas para resolução em grupos: Onde será que os jovens estavam? O que aconteceu para Pipico ficar naquela situação? Para onde eles estão sendo levados? O que poderia ter sido feito para evitar essa situação? Quanto será que ele consumiu de bebida? Quais os caminhos (ingestão-metabolismo-eliminação) percorridos pelo álcool dentro do corpo humano? Quanto à pessoa precisa ingerir para ficar alcoolizada? Que efeitos o álcool pode causar através da sua ingestão? Quais as consequências o corpo poderá sofrer pelo consumo excessivo da bebida alcoólica? Quais são os procedimentos adotados em caso de intoxicação alcoólica? O que fazer em casos de vício em álcool?

6) Resolução do problema inicial para resolução de forma individual

O problema elaborado pelos professores na PD3 apresenta o seguinte enunciado:

“O consumo de bebidas alcoólicas é uma prática comum entre os jovens brasileiros. Mesmo sendo uma droga psicoativa, ela é usada para diversão. Existem vários tipos diferentes de bebidas alcoólicas e cada uma com suas propriedades químicas e teor de álcool diferenciado. Suponha que numa sexta-feira, Carlos e José foram para uma festa open bar (Cerveja, Vodka e Ca-

chaça) com uns amigos e fizeram a ingestão de várias bebidas. De acordo com seus conhecimentos químicos, quais as diferenças entre os tipos de bebidas e os possíveis sintomas que Carlos, José e seus amigos podem apresentar com a ingestão de álcool?”

A análise do enunciado indica que o problema é do tipo escolar qualitativo, conforme Pozo e Crespo (1998). Este problema permite levantar as concepções prévias dos estudantes sobre aspectos relativos ao conceito de álcool. Em seu enunciado é considerado as interações entre a química e sociedade (PERALES PALACIO, 1993). Especificamente, relacionado com o teor alcoólico presente nas diferentes bebidas, bem como os problemas causados pela sua ingestão. O enunciado apresenta possibilidade de ser resolvido pelos estudantes por meio da elaboração de estratégias adequadas (SALES e BATINGA, 2017).

A forma de avaliação proposta na PD3 foi do tipo formativo o que corrobora com Gonzáles e Del Valle (2018) e visa à participação dos estudantes nas aulas, e na realização das atividades solicitadas pelos professores.

Alguns elementos da etapa da resolução de problemas sugeridos pelos autores Vasconcelos e Almeida (2012), Sales (2017) e Sales e Batinga (2017) foram previstos nas atividades elaboradas na PD3, tais como: proposição, delimitação e resolução do problema, elaboração de hipóteses, presença da questão-problema, cenário, fato e solução.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Os resultados apontam que os problemas elaborados nas PD1, PD2 e PD3 são do tipo escolar qualitativo. Alguns elementos do processo de elaboração de problemas estão presentes nas três propostas didáticas analisadas, por exemplo, elaboração de enunciados de contextualizados; que articulam aspectos da ciência, sociedade e ambiente; permitem a mobilização de con-

cepções prévias, elaboração de hipóteses, argumentação, cenários fictícios e fatos e comunicação dos resultados.

Sobre o processo de resolução de problemas é possível aos estudantes vivenciar algumas etapas como, por exemplo: delimitação do problema, interpretação dos resultados, argumentação, investigação e trabalho colaborativo em grupos durante a realização das atividades didáticas planejadas nas propostas dos professores.

As PD1 e PD3 destacam a avaliação continuada para ser adotada no processo de RP, enquanto a PD1 não indica nenhuma forma de avaliação. Em linhas gerais, os resultados indicam que os professores participantes se apropriaram de conhecimentos para elaborar problemas e estruturar sequências didáticas, considerando alguns elementos característicos do EABRP durante a vivência do processo formativo.

REFERÊNCIAS

BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 15, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: ENEQ, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CP n. 09/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, cursos de licenciatura, de graduação plena.** Brasília, 8 de maio de 2001.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, v. 2, 2006.

FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 191-208, 2013

FREITAS, A. P.; BATINGA, V. T. S.; CAMPOS, A. F. Pesquisas sobre Resolução de Problemas em Química: uma análise em periódicos científicos. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 12, 2017.

GONZÁLES, A. E.; DEL VALLE, A. L. **El Aprendizaje Basado en Problemas: Una propuesta metodológica en Educación Superior.** Madrid: Narcea Ediciones, 2018.

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

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

PERALES PALACIOS, F.J. La resolución de problemas: una revisión estructurada. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 2, p. 170-178, 1993.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

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

SALES, A. M. V. M. **A resolução de problemas na formação inicial de professores de química.** 2017, 152 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

SALES, A. M. V. M.; BATINGA, V. T. S. Sequência didática baseada na resolução de problemas para a abordagem de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n° 6, p. 201-2018, 2017.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6b, p. 1197-1203, 2002.

SILVA, E. T; SÁ, R. A; BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa. **ACTIO**, v. 4, n. 2, p. 169-188, mai./ago. 2019.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências**: Propostas de Trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geografia. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012.

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM WEBSITE PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE PESQUISAS SOBRE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Angela Fernandes Campos

Amanda Pereira de Freitas

INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Brasil, seja na educação básica ou no ensino superior, tem sido objeto de intensas investigações científicas, sendo atualmente reconhecido e constituindo-se como área de pesquisa da Didática das Ciências (CAMPOS et. al, 2015). Dentre as tendências de pesquisa que vêm sendo desenvolvidas no campo da Didática das Ciências está a aprendizagem por resolução de problemas (COSTA e MOREIRA, 1997), também denominada por alguns autores (MEIRIEU, 1998; POZO, 1998; MACEDO L., 2002; NUNEZ e SILVA, 2002; PERRENOUD, 2000) como sendo o ensino e a aprendizagem por situações-problema. Esta abordagem surge como uma estratégia didática, numa perspectiva construtivista para promover a melhoria do ensino e proporcionar uma aprendizagem ativa no estudante. A resolução de problemas se fundamenta em uma concepção de ensino e aprendizagem em que o professor assume o papel de orientador/mediador no âmbito escolar e o aluno, por sua vez, é considerado um indivíduo autônomo sendo ele o principal responsável pela construção do seu próprio conhecimento. Sob essa perspec-

tiva encontram-se em diversos periódicos científicos nacionais e internacionais estudos (MERINO e HERRERO, 2007; LOPES et al., 2011; VERISSIMO e CAMPOS, 2011; LACERDA, CAMPOS, MARCELINO-Jr., 2012; FERNANDES e CAMPOS, 2014; FERREIRA, FERNANDES e CAMPOS, 2016) que apresentam a resolução de problemas em Química como potencial para o desenvolvimento de diversas aprendizagens nos estudantes relacionadas a conteúdos do tipo conceitual, procedimental e atitudinal. Algumas destas investigações foram desenvolvidas pelos professores e pesquisadores do grupo de pesquisa RPEQ (Resolução de Problemas no Ensino de Química) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como resultados dos projetos desenvolvidos por alunos do Mestrado em Ensino de Ciências – UFRPE, Especialização em ensino de Química e Iniciação Científica. Entretanto, muito pouco destes resultados, bem como suas contribuições para melhoria do processo de ensino e aprendizagem, são apropriados pelo professor, nem chegam às salas de aula de Química do ensino médio. Isto se dá pelo fato da tímida divulgação científica realizada nas escolas brasileiras acerca de pesquisas da Didática das Ciências (TORRESI, PARDINI e FERREIRA, 2012). De acordo com Melo (1982, p.21) as atividades de divulgação científica devem “*promover a popularização do conhecimento que está sendo produzido nas nossas universidades e centros de pesquisa*”. Sob esta concepção, entendemos a divulgação científica como ato ou feito de tornar acessível o conhecimento científico, através da disseminação das produções desenvolvidas tanto pelas instituições acadêmicas de ensino superior quanto pelos centros de pesquisas. Para a promoção da divulgação científica podem ser utilizados recursos, técnicas, produtos (veículos ou canais) e processos que possibilitem a veiculação das informações para o público em geral (BUENO, 2010). Dentre estes recursos estão às Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC. Para este estudo, fez-se uso das tecnologias digitais, em especial a utilização da internet através de website (KENS-KI, 2015).

Sob essa perspectiva, este estudo buscou construir um website sobre resolução de problemas no Ensino de Química (RPEQ) e averiguar as opiniões dos professores do ensino médio a respeito deste website.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Os termos divulgação, comunicação e difusão parecem ter o mesmo significado, mas seus conceitos se diferenciam em alguns aspectos, especialmente em relação ao seu público-alvo como veremos a seguir.

Para Pasquali (1979), a difusão científica consiste no envio de mensagens elaboradas em códigos ou linguagens compreensíveis para a totalidade da população. Em contrapartida, Bueno (2008) entende que esta conceituação limita a difusão científica a um público universal não especializado, excluindo a utilização do conceito de difusão para um público de especialista na área da ciência e da tecnologia. Sendo assim, Bueno reelabora o conceito de Pasquali e conceitua a difusão científica como todo e qualquer processo utilizado para a comunicação de informações científicas e tecnológicas a um público leigo e a um público especializado. Assim, Bueno (2010) apresenta duas vertentes para a difusão científica: 1) a difusão dirigida para especialistas denominada de *comunicação científica* (ou disseminação científica) e 2) a difusão direcionada para o público em geral, a qual o autor chama de *divulgação científica*. Bueno (2008) chama a atenção para o público ao qual a comunicação científica se destina. Para ele, a comunicação científica compreende dois níveis denominados de comunicação intrapares e extrapares. A comunicação intrapares refere-se à circulação de informações dirigida aos grupos de especialistas de uma mesma área ou de áreas afins. Enquanto que, a comunicação extrapares diz respeito à circulação dessas informações, direcionada aos grupos de especialistas que não se situam exclusivamente, por formação ou atuação específica, na área objeto da disseminação. Para Bueno (2010) o conceito de divulgação científica compreende ao uso de recursos, técnicas e processos

para a circulação de informações científicas e tecnológicas ao público em geral. Acerca das atividades de divulgação científica, Melo (1982) advoga que devem ser principalmente educativas. O autor aponta a função educativa da divulgação científica como fonte de conhecimento fundamental para a superação de situações-problema presente no cotidiano dos cidadãos. Melo (1982) ainda enfatiza que a divulgação científica deve divulgar o conhecimento, que está sendo produzido tanto nas universidades quanto nos centros de pesquisa, de modo a democratizar o conhecimento atendendo aos mais diferentes públicos

Neste segmento, entendemos que a produção acadêmica direcionada para o ensino de Ciências, também se inclui nas informações que devem ser veiculadas para um público de não especialista. Neste caso, o público de não especialistas se refere aos indivíduos que não são pesquisadores na área de Ensino de Ciências.

Sendo assim, acreditamos que a divulgação de pesquisas dessa natureza, especialmente de estudos realizados na área de ensino de Química para o público não especializado se torna relevante no sentido de proporcionar o conhecimento da abordagem de resolução de problemas aos docentes. E, além disso, propiciar a utilização destas pesquisas no âmbito escolar uma vez que estes trabalhos apresentam um resultado positivo em relação à promoção da aprendizagem de conceitos químicos e conhecimentos do tipo procedimental e atitudinal conforme comentado anteriormente.

No que concerne à comunicação científica, nosso objetivo é disseminar as produções sobre resolução de problemas em Química, aos especialistas, são eles: os professores e pesquisadores que trabalham com a resolução de problemas para o ensino de química (grupo de intrapares); e os professores e pesquisadores que estudam esta estratégia didática voltada para outras áreas das ciências, assim como, para os docentes que se dedicam a outras abordagens de ensino (grupo de extrapares).

METODOLOGIA

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, tendo em vista que este tipo de abordagem nos permite analisar a fala e a escrita dos participantes de forma descritiva e interpretativa, através da reflexão e exploração dos dados (OLIVEIRA, 2016).

Este estudo foi realizado com dez (10) professores de Química das escolas públicas da cidade de Recife-PE doravante denominados de P01 a P10. Os dez (10) participantes possuem graduação concluída e a maioria apresenta graduação na área de Química. Um (1) é bacharel, cinco (5) licenciados em Química e um (1) possui licenciatura em Ciências com habilitação em Química. Os demais docentes pertencem à área da Biologia e da Bioquímica. Com relação aos cursos de Pós-Graduação, os sujeitos possuem especialização e mestrado em diferentes áreas de conhecimento. Apenas dois professores, P01 e P09, não possuem Pós-Graduação.

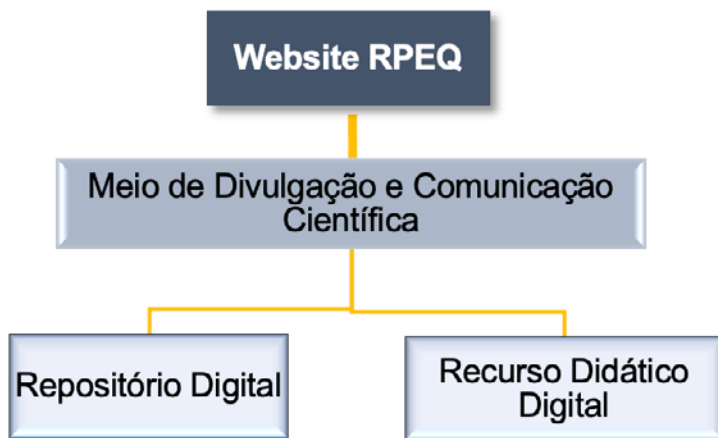
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingirmos os objetivos deste estudo o percurso metodológico foi organizado em duas fases. A primeira delas consistiu na construção de um website sobre resolução de problemas no Ensino de Química. A segunda fase correspondeu à divulgação do website aos professores de Química nas escolas e à averiguação das opiniões destes docentes a respeito do website sobre resolução de problemas em Química.

FASE 1 - CONSTRUÇÃO DO WEBSITE RPEQ

O website RPEQ corresponde ao meio de divulgação científica das pesquisas sobre a abordagem de ensino e aprendizagem por resolução de problemas no Ensino de Química. Seu objetivo é sistematizar os estudos desenvolvidos em nível nacional acerca desta abordagem, contribuindo para a difusão do conhecimento produzido pela comunidade acadêmica nacional e internacional. Assim, o website elaborado nesta pesquisa apresenta as seguintes finalidades (Cf. figura 1). O website além de ser o meio de divulgação e comunicação científica das pesquisas sobre resolução de problemas em Química, ele também se configura como um repositório digital.

Figura 1: Finalidades do website sobre resolução de problemas em Química.



Fonte: Própria.

Nele encontram-se armazenados, de maneira sistematizada, os estudos desenvolvidos nesta temática, possibilitando que outras pessoas reutilizem estas pesquisas. Por outro lado, o website RPEQ também se caracteriza como um recurso didático digital para o professor, uma vez que este corresponde a

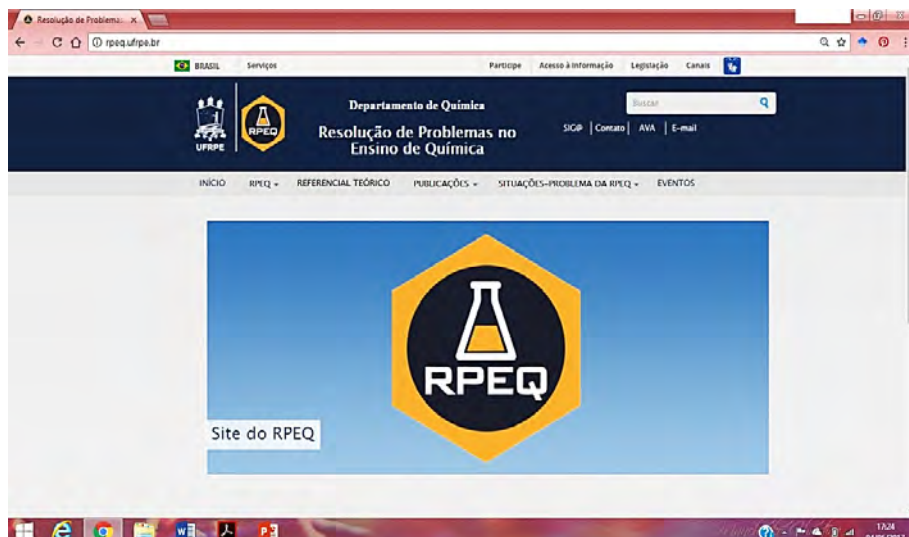
um acervo de materiais didáticos sobre resolução de problemas para o Ensino de Química, funcionando como uma ferramenta que poderá auxiliar o docente na preparação de atividades pautadas nesta abordagem.

A construção do website foi realizada por uma empresa especializada, entretanto participamos ativamente de todo o processo de elaboração. O website RPEQ está disponível na internet através do endereço eletrônico www.rpeq.ufrpe.br com layout e estrutura apresentados na figura 2.

O website RPEQ contém seis (6) menus: *Início*, *RPEQ*, *Referencial Teórico*, *Publicações*, *Situações-Problema da RPEQ* e *Eventos* (figura 2). No menu *início* são apresentadas algumas notícias relacionadas com a Ciência Química e com o Ensino de Química. O menu *RPEQ* traz informações sobre o grupo de pesquisa e seus componentes. Nele encontra-se o e-mail de contato de cada membro do grupo de pesquisa. No menu *Publicações* encontram-se listados os estudos que foram desenvolvidos pelo grupo RPEQ da UFRPE publicados em diferentes periódicos científicos. As situações-problema que foram elaboradas nestes estudos, bem como os recursos didáticos e as atividades que foram desenvolvidas para auxiliar na sua resolução, encontram-se sistematizadas no menu *Situações-Problema da RPEQ*. No menu *Situações-Problema da RPEQ* estão elencadas as pesquisas sobre resolução de problemas em Química desenvolvidas pelo grupo. Os estudos estão organizados de acordo com as áreas de conhecimento da Química, a saber, Química Geral e Inorgânica, Química Analítica, Físico-Química e Química Orgânica. Nestes submenus das *Situações-Problema* encontram-se as seqüências de ensino no formato de arquivo PDF (Portable Document Format), as quais foram extraídas das pesquisas publicadas nos periódicos científicos listadas no menu *publicações*. Nestas seqüências estão descritas as situações-problema, os recursos didáticos e as atividades utilizadas para auxiliar o aluno no processo de resolução. O menu *Referencial Teórico* apresenta uma breve discussão sobre os referenciais teóricos que embasaram as pesquisas sobre a temática da resolução de problemas.

No menu *Eventos* são apresentados congressos, reuniões e encontros que na área de Ensino de Ciências/Química.

Figura 2: Layout e estrutura do website RPEQ (www.rpeq.ufrpe.br).



Fonte: Própria.

FASE 2 - DIVULGAÇÃO DO WEBSITE RPEQ E AVERIGUAÇÃO DAS OPINIÕES DOS PROFESSORES ACERCA DESTE WEBSITE

Apresentamos aos professores os estudos sobre a resolução de problemas no Ensino de Química desenvolvidos pelo grupo RPEQ sistematizadas no website. Em virtude de não sabermos se as escolas dispunham do acesso à internet e perante a possibilidade de falhar a internet móvel durante a demonstração, optamos por levar o layout do website RPEQ com parte do seu conteúdo impresso e disponibilizamos aos professores o endereço eletrônico do website para que eles pudessem acessá-lo no momento que considerassem mais oportuno. Sendo assim, selecionamos duas situações-problema, ambas

contidas no website no *menu Situações-Problema* sobre o conteúdo de Ligação Química. Escolhemos este tema por se tratar de um assunto básico pertencente aos primeiros anos do ensino médio. Por exemplo, uma das situações-problema apresentada aos docentes e os respectivos autores está exibida no quadro 1.

Quadro 1: Situação-Problema 1 apresentada aos professores.

Situação-Problema 1

Título do Artigo: Abordagem de Ligação Metálica numa perspectiva de ensino por Situação-Problema

Autores: Ferreira, Fernandes e Campos (2016)

Seis homens foram presos em flagrante roubando fios de cobre da empresa de telefonia Oi. A polícia chegou até os suspeitos por meio de denúncias anônimas de que uma quadrilha estaria furtando o material. Ao chegar ao local, os policiais encontraram um caminhão caçamba com 13 tubos de fios de cobre. Cada tubo possuía cerca de seis metros. De acordo com informações repassadas pelos suspeitos aos policiais, cada quilo de fio de cobre seria vendido a R\$ 7. Após a prisão, o grupo foi encaminhado à Delegacia de Plantão da Boa Vista. Todos foram autuados por furto qualificado e formação de quadrilha. A reportagem acima relata o roubo de fios de cobre. Porque esse metal é utilizado na transmissão de energia elétrica? Como explicar o seu comportamento considerando os aspectos macroscópico, teórico e representacional do conhecimento químico?

Fonte: FERREIRA, FERNANDES e CAMPOS (2016).

Todos os professores foram convidados a ler as duas situações-problema. Após a leitura, solicitamos que eles respondessem a seguinte pergunta: “Qual sua opinião a respeito de um website em que serão disponibilizados problemas de diferentes conteúdos da química acompanhados de seus respectivos instrumentos didáticos?”. Esta questão objetivou levantar as opiniões dos docentes em relação à proposta de um website sobre resolução de problemas para o Ensino de Química. Salientamos que durante toda a entrevista houve a gravação de áudio. Deste modo, deixamos os professores à vontade para escolherem a forma de registro das respostas (escrita ou gravada).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

ANÁLISE DAS OPINIÕES DOS PROFESSORES SOBRE O WEBSITE RPEQ

Ao perguntarmos aos docentes “Qual sua opinião a respeito de um website em que serão disponibilizados problemas de diferentes conteúdos da química acompanhados de seus respectivos instrumentos didáticos?” obtivemos as seguintes respostas (Cf. quadro 2):

Quadro 2: Opiniões dos professores entrevistados sobre o website.

Professores	Respostas
P01	Bom, não é fácil opinar sem conhecer. Já conheci várias estratégias na net e que apesar de ter uma boa ideia, o produto final não foi satisfatório. Logo, prefiro conhecer primeiro para opinar.
P02	Muito válida. Muito válida e assim.... Espero eu, que o website funcione... e cada vez seja alimentado mais. Porque não adianta você criar um website, botar alguma coisa e não alimentar.
P03	Aí é que é o mais importante [...] Você precisa ter o acesso a vários conteúdos, a várias situações-problema onde você pode, de acordo com o interesse, achar o que melhor convém para o momento.
P04	Será mais um recurso para o professor que não tem muito tempo para elaborar a sua situação-problema e instrumentos didáticos.
P05	Minha opinião é a melhor possível porque vai facilitar imensamente a vida do professor. Principalmente aquele que gosta de ter situações práticas em sala, explicar de uma maneira mais direta, não tão teórica. Vai ser excelente porque você já vem com tudo pronto [...] Vai ser excelente! [...] E se você tiver alguma dúvida é só consultar o site. [...] Então você só vai precisar adequar a sua metodologia e acabou, já tá tudo pronto. Vai ser excelente.
P06	É ótimo! Porque aí você vai... como é que se diz... a palavra muito comum... socializar aquilo que é interessante.
P07	Não... isso para mim é... fantástico.. eu adoro! [...] Eu sempre tô buscando na internet, não só nos livros [...] Se pudesse tá com todo esses apoios de dados seria ótimo, né?

P08	Uma ótima ideia, pois, nós professores que não estamos diretamente no espaço acadêmico teremos acesso a um material que é rico, mas que não é de fácil acesso.
P09	Acho que é uma ferramenta muito boa. Se vocês conseguirem fechar o programa, por exemplo, de Química do ensino médio, é uma ferramenta muito boa. Se vocês organizam pelo programa para o professor é muito fácil de encontrar. Aí você tem lá: Tabela periódica para 1º ano, você clica lá e você vê que situações-problema você tem para trabalhar. Na verdade, para cada tema você pode ter várias, né? Mas ter uma ferramenta como essa é essencial.
P10	Que esse website facilitaria no tocante a disponibilização de material.

Fonte: Própria.

Em linhas gerais, a opinião dos professores a respeito da proposta de construção de um website sobre resolução de problemas para o Ensino de Química foi positiva e significativa no sentido de poder auxiliá-los em sua prática pedagógica. Os professores também apontaram diferentes finalidades para o sítio eletrônico. Em relação a P01, como na entrevista optamos por levar os problemas impressos ao invés da página eletrônica do website, este docente preferiu não opinar apesar de termos explicado a proposta do portal e apresentado o seu conteúdo mesmo que de forma impressa. Os sujeitos P04, P05, P07, P09 e P10 apontaram o website como um apoio didático, que os auxiliará na preparação de suas aulas. Desta forma, estes docentes reconheceram o objetivo principal deste portal, que é o de servir como um recurso didático digital para o professor, a fim de que possa contribuir para sua prática pedagógica em relação a uma proposta de ensino diferenciada, facilitando a elaboração de suas aulas e otimizando o seu tempo. P02, por sua vez, além de mencionar que o website é uma ideia bastante válida, ele também fez uma ressalva quanto a sua manutenção. Em relação a esta atualização, o projeto inicial foi sistematizar os trabalhos desenvolvidos pelo grupo RPEQ da UFRPE, publicados em periódicos científicos. Porém o website também conterá estudos de outros grupos de pesquisa nacional e internacional. Nessa direção, no momento

também constam os estudos (artigos) desenvolvidos por professores da área de ensino de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (<http://rpeq.ufrpe.br/outros-grupos---publica-es>). Para P03, o website oportuniza o acesso a situações problemáticas acerca de diferentes conteúdos químicos. Sendo assim, a sistematização destes estudos, permite que o docente escolha o problema mais adequado perante o conteúdo programático que está sendo abordado por ele em sala de aula. P06 e P08 ao opinarem sobre o website levantaram uma questão bastante importante da nossa pesquisa: a divulgação científica. P06 reconheceu a nossa proposta de divulgação científica das pesquisas sobre resolução de problemas por meio do website. Pois, além de servir como um banco de material didático para os professores, este portal objetiva socializar as pesquisas desenvolvidas sobre a resolução de problemas para o público em geral, seja ele especialista ou não na área. No entanto, o público alvo neste estudo centrou-se nos professores da educação básica. Por se tratar de um recurso disponível na internet, esta nossa prioridade não exclui outros possíveis públicos. P08 de forma pontual colocou a problemática da pouca divulgação científica que se tem realizado pela comunidade acadêmica. Este professor explicou que o website propiciará aos professores o acesso ao conhecimento que está sendo discutido nas universidades. A partir da resposta deste participante, pudemos inferir que para ele há um certo distanciamento entre o meio acadêmico e a escola, ao explicitar que o conhecimento que está sendo realizado pelas universidades não é de fácil acesso. Ao mesmo tempo, este professor reconheceu a importância das pesquisas desenvolvidas pelas instituições de ensino superior para sua área profissional.

CONCLUSÕES

De um modo geral, as opiniões apresentadas pelos docentes a respeito do website RPEQ foram positivas e significativas. A maior parte deles declarou que o website RPEQ servirá como um apoio didático na preparação de suas

aulas oportunizando o acesso a diversas situações problemáticas acerca de diferentes conteúdos químicos. Um docente também afirmou que o website é uma ideia bastante válida, porém ressaltou a necessidade da manutenção do endereço eletrônico. Houve professores que mencionou a questão da divulgação científica, no sentido das poucas atividades que vem sendo realizadas pelas comunidades acadêmicas. Para estes docentes o website permitirá que os professores da educação básica tenham o acesso ao conhecimento que está sendo discutido nas universidades. Com a promoção da divulgação científica das pesquisas sobre resolução de problemas no Ensino de Química por meio do website RPEQ, pudemos proporcionar aos professores o contato com uma abordagem didática (Resolução de problemas) que se distancia da abordagem tradicional (ensino por transmissão-recepção). Com a criação deste website contribuimos para minimizar as dificuldades apontadas pelos professores sobretudo em relação à falta de materiais publicados referentes a esta abordagem no Ensino de Química. Com este estudo pudemos proporcionar a interação entre os professores pesquisadores da UFRPE e os professores da educação básica. Além disto, a atividade de divulgação científica, realizada nesta pesquisa também contribuiu para minimizar a problemática levantada por Torresi, Pardini e Ferreira (2012) no que tange a pouca divulgação científica realizada pelas universidades.

REFERÊNCIAS

BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: Ilza Maria Tourinho Girardi; Reges Toni Schwaab. (Org.). **Jornalismo ambiental: desafios e reflexões**. Porto Alegre: Dom Quixote, p. 105-118, 2008.

_. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.

CAMPOS, A. F.; LEÃO, M. B. C.; BATINGA, V. T. S.; SIMÕES-NETO, J. E.; FERNANDES, L. S.; CAVALCANTI, C.; SILVA, F.C. V.; LIMA, A.; MENDES, A. M. V.;

CRUZ, M. E. B.; FREITAS, A. P. Divulgação e Difusão Científica de Pesquisas sobre Resolução de Problemas na Formação Continuada de Professores de Química. **Projeto de Pesquisa**. Aprovado pela FACEPE/Pernambuco, processo n.: APQ-0277-7.08/15, UFRPE: 2015.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas II: Propostas de metodologias didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n.1, p.5-26, 1997.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. Elaboração e Aplicação de uma Intervenção Didática utilizando Situação-Problema no ensino de Ligação Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.9, n.1, p. 37-49, 2014.

FERREIRA, I. M.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Abordagem de Ligação Metálica numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 93-107, 2016.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**. Papyrus editora, 2015.

LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JR., C. A. C.; Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Química Nova na Escola**, v. 34, n.2, p. 75-82, 2012.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.

MACEDO, L. Situação-problema: forma e recurso de avaliação, desenvolvimento de competências e aprendizagem escolar. In: PERRENOUD, P. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Editora Artmed, Cap. 5, p. 113-135, 2002.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

MELO, J. M. Impasses do Jornalismo Científico. *Comunicação e Sociedade*, n. 7, pp. 19-24, 1982.

MERINO, J. M.; HERRERO, F. Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.3, p. 630-648, 2007.

NUÑEZ, I. B.; SILVA, S. F. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

OLIVEIRA, M. M. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. 7 ed. Petropolis: Vozes, 2016.

PASQUALI, A. **Comprender La comunicación**. Caracas, Venezuela: Monte Ávila Editora, 1979.

PERRENOUD, P. **10 Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L., FERREIRA, V. F. Sociedade, Divulgação Científica e Jornalismo Científico. **Química Nova**, v. 35, n.3, p. 447, 2012.

VERISSIMO, V. B.; CAMPOS, A. F. Abordagem das propriedades coligativas das soluções numa perspectiva de ensino por situação problema. **Revista Brasileira de Ensino Ciência e Tecnologia**, v.4, n.3, p.101-118, 2011.

Observação: este estudo foi publicado originalmente na revista *Tecnologias na Educação*, art. 12, v.25, 2018.

MINI-CURRÍCULOS DOS ORGANIZADORES DO E-BOOK

Angela Fernandes Campos

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal da Paraíba (1990), mestrado em Química Inorgânica pela Universidade Federal da Paraíba (1993) e doutorado em Química Inorgânica pela Universidade Federal de Pernambuco (1998). Foi vice-diretora do Departamento de Química no período de 1999-2003. Coordenadora do Curso de Especialização em Ensino de Química no período de 2008 a 2010. Diretora do Núcleo de Inovação Tecnológica da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no período de agosto de 2012 a janeiro de 2014. Coordenadora do Curso de Licenciatura em Química no período de fevereiro de 2014 a junho de 2016. Atualmente é professora Titular do Departamento de Química, membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Nível - Mestrado e Doutorado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, membro do Mestrado profissional de Química em Rede Nacional. Tem experiência na área de Educação Química, com ênfase em Formação de Professores e Estratégias Didáticas para o Ensino de Química.

Verônica Tavares Santos Batinga

É licenciada em Química (1999) e mestre em Ensino das Ciências (2003) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Possui doutorado em Educação (2010) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). É professora Associada do Departamento de Química (DQ) e membro permanente

dos Programas de Pós-graduação em Ensino das Ciências - nível Mestrado e Doutorado e do Mestrado Profissional de Química em Rede Nacional, ambos da UFRPE. Foi coordenadora da área de Química do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)/UFRPE período 2014-2016 e do Curso de Licenciatura em Química da UFRPE no período 2018-2019. Atualmente, é coordenadora do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP) certificado pelo CNPq. Tem experiência e interesse em pesquisas na área de Ensino de Ciências e Química, com ênfase nas temáticas: Aprendizagem baseada em Problemas nas áreas de Ciências e Química, Formação de Professores de Química, Desenvolvimento e Validação de Sequências Didáticas, Ensino por Investigação, Argumentação e Perspectiva CTS no Ensino de Química.

MINI-CURRÍCULOS DOS AUTORES - CAPÍTULOS DO E-BOOK

Amanda Maria Vieira Mendes Sales

É licenciada em Química (2014), mestre em Ensino de Ciências (2017) e doutoranda em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (2019–2023). Especialista em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Frassinetti do Recife (2017). Participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)/CNPq–UFRPE (2013 a 2015). É integrante do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP) certificado pelo CNPq. Tem experiência em pesquisa nas temáticas Sequências Didáticas e Resolução de Problemas no Ensino de Química.

Amanda Pereira de Freitas

Doutoranda e Mestre em Ensino das Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foi Professora Substituta de Química no Instituto Federal de São Paulo campus Itapetininga. É integrante do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP) certificado pelo CNPq.

Cristiana de Castro Lacerda

Possui curso técnico profissionalizante pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco (2001). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Físico-Química. É Licenciada em Química pela UFRPE.

Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior

Possui graduação em Bacharelado em Química, pela Universidade Federal de Pernambuco (1994), mestrado em Química e Biotecnologia, pela Universidade Federal de Alagoas (1999), e doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2014). Atualmente, é professor assistente da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tem experiência na área de Educação Química, com ênfase em ensino de Química, e Química de Produtos Naturais. Vem atuando principalmente nas seguintes linhas de investigação: formação e profissionalização docente; formação de conceitos e habilidades; produção e análise de recursos didático; e química de produtos naturais.

Imerson da Mota Ferreira

Graduado no curso de Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestre em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Maria Eduarda de Brito Cruz

É licenciada em Química, mestre e doutoranda em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foi professora substituta da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no Centro de Educação atuando na área de Ensino de Ciências no curso de Licenciatura em Pedagogia e na área de Estágio Supervisionado no curso de Física. É integrante do gru-

po de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP)/CNPq. Tem experiência na área de Ensino de Ciências e Química, com ênfase no processo de ensino e aprendizagem, formação de conceitos e na formação de professores. Atualmente desenvolve pesquisas sobre temas que envolvem: Sequências Didáticas, Resolução de Problemas e Argumentação no Ensino de Química.

Karla Maria Euzebio da Silva

Possui graduação em licenciatura em Ciências Biológicas (2005), graduação em Licenciatura em Pedagogia (2013) e mestrado em Ensino das Ciências (2008) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). É doutoranda em Ensino das Ciências pela UFRPE. Foi professora substituída da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da UFRPE. É integrante do grupo de pesquisa Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP)/CNPq. Atualmente é professora de Ciências Naturais da rede municipal do Recife. Tem experiência em pesquisa na área de Ensino, atuando principalmente nas seguintes temáticas: manguezal, ensino fundamental, experimentação, cultura maker e ensino de ciências e biologia.

Lucas dos Santos Fernandes

Licenciado em Química (UFRPE - 2011), Mestre em Ensino de Ciências (UFRPE - 2014) e Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS - 2019). Professor Adjunto na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Desenvolve pesquisas na área de Ensino, Filosofia e História das Ciências/Química.

Samyr Pessoa da Silva

Possui ensino médio pela Escola Municipal José Firmino da Veiga (1999). Foi estudante de graduação do Curso de Licenciatura em Química (CLQ) da UFRPE. Atuou como bolsista de iniciação científica pelo PIBIC-CNPq-UFRPE (2015-2018). Neste espaço, aproveitamos para expressar nossa eterna gratidão ao nosso querido Samyr por compartilhar sua alegria, leveza e compromisso durante a convivência no trabalho de iniciação científica, pelo seu engajamento e dedicação nas atividades que realizou no ensino, pesquisa, extensão e no Diretório Acadêmico do CLQ como estudante de licenciatura na UFRPE.

Vicente Maxim da Silva Araújo

Possui os cursos de Licenciatura Plena em Química (2006) e Química Industrial (2008), ambos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares (2014) pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB); Professor Efetivo de Química da Rede Pública Estadual de Ensino da Paraíba; Mestre em Química (2020) pelo Programa Nacional de Mestrado em Química (Profqui) ofertado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

AGRADECIMENTOS





Tipografias
Avenir Next
Merriweather