

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL**

ROBERTO CESAR MENDES MARQUES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA UMA ABORDAGEM SOBRE
REAÇÃO QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

RECIFE/PE

2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL**

ROBERTO CESAR MENDES MARQUES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA UMA ABORDAGEM SOBRE
REAÇÃO QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga

**Recife/PE
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R642s SANTOS, ROBERTO CESAR MENDES MARQUES DOS
SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA UMA ABORDAGEM SOBRE REAÇÃO QUÍMICA NO
ENSINO MÉDIO / ROBERTO CESAR MENDES MARQUES DOS SANTOS. - 2020.
93 f. : il.

Orientadora: Veronica Tavares Santos Batinga.
Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado
Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2021.

1. Reação Química. 2. Sequência Didática. 3. Ensino por Investigação. 4. Resolução de Problemas. I.
Batinga, Veronica Tavares Santos, orient. II. Título

CDD 540

Ficha de Aprovação

SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA UMA ABORDAGEM SOBRE REAÇÃO QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito necessário para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em: ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Verônica Tavares Santos Batinga - Orientadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Lucas dos Santos Fernandes - Membro Externo
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas – Membro Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Profa. Dra. Maria Angela Vasconcelos de Almeida – Membro Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dedico a meus pais, Antônia Clea e Clovis Marques (*In Memoriam*), a meus familiares e a minha orientadora professora Dra. Verônica Tavares Batinga do Programa de Mestrado Profissional de Química em Rede Nacional que não mediram esforços e que me apoiaram no transcorrer desses dois anos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por me guiar e me dar forças para seguir em frente em busca de meus sonhos. Por me conduzir e confortar nos momentos mais difíceis da minha trajetória.

Aos meus pais Clovis Marques dos Santos e Antônia Clea Mendes dos Santos (*In Memoriam*), pela educação, todo amor e apoio dedicados, durante toda a minha vida.

A minha esposa Jaqueline Calaça e minha filha Maria Clara pela compreensão, pelo amor e apoio que sempre me dedicaram e continuam me incentivando na busca da realização de meus sonhos.

À Professora e minha orientadora Dra. Verônica Tavares Batinga por sua paciência e dedicação. Por acreditar em mim e por todos os ensinamentos partilhados.

Aos demais professores do Programa de Mestrado profissional em Química em Rede Nacional que exerceram forte influência em minha formação.

Aos meus colegas do PROFQUI, pelo incentivo, troca de conhecimentos e carinho com que fomos tratados durante o curso.

Aos amigos e avaliadores do meu Produto Educacional; pela disposição, avaliação e colaboração na conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca pela disponibilidade e atenção com que aceitaram o convite para validar este processo de formação profissional.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”.

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho objetiva o desenvolvimento de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre Reação Química, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, devido à complexidade dos problemas e conteúdos previstos no seu planejamento, envolvendo funções orgânicas, e pela necessidade de planejar e executar estratégias didáticas diferentes do ensino tradicional. Busca-se com esta sequência propiciar a participação efetiva dos estudantes, a interação entre estudantes-estudantes e estudantes-professor, além da mediação do professor nas diferentes atividades delineadas para a construção coletiva do conhecimento químico escolar, visando a uma abordagem contextualizada sobre Reação Química. Em seguida, procedeu-se a validação da SDI a partir de elementos do Ensino por Investigação (EPI). É importante mencionar que a SDI não pode ser aplicada em sala de aula presencial devido à pandemia provocada pela Covid-19, que inviabilizou a abertura das escolas durante o ano letivo de 2020. Diante disso, para validação da SDI foi aplicado um questionário contendo questões sobre o ensino por investigação denominado de Ferramenta de Diagnóstico de elementos do ensino de ciências por investigação, adaptado por Cardoso e Scarpa (2018). O Produto Educacional (PE) elaborado foi um Guia Didático que consta de orientações teóricas e metodológicas sobre o Ensino por Investigação e apresenta a SDI proposta e validada. O Guia Didático fornece orientações que podem nortear o planejamento de aulas de professores de Ciências da Natureza para elaboração de propostas didáticas baseadas no ensino por investigação. A sequência didática sobre Reação Química foi desenvolvida considerando aspectos da abordagem de Resolução de Problemas e elementos do Ensino por Investigação, tais como: problemas investigativos contextualizados; atividades experimentais investigativas; elaboração e testagem de hipóteses; registro e coleta de dados; debates em grupos, divulgação e discussão dos resultados. Após analisar as respostas dos professores avaliadores ao questionário, no processo de validação da SDI, obteve-se um percentual de 97%, significando afirmar, que nas etapas de planejamento da SDI foram contemplados os elementos do ensino por investigação.

Palavras-Chaves: Reação química, sequência didática, ensino por investigação, resolução de problemas.

ABSTRACT

This work aims to develop an Investigative Didactic Sequence (SDI) on Chemical Reaction, aimed at 3rd year high school students, due to the complexity of the problems and contents foreseen in their planning involving organic functions, and the need to plan and execute didactic strategies different from traditional teaching. This sequence seeks to provide effective student participation, interaction between student-students and student-teacher, and the mediation of the teacher in the different activities outlined for the collective construction of school chemical knowledge, aiming at a contextualized approach on Chemical Reaction. Then, the SDI was validated based on elements of Teaching by Research (EPI). It is important to mention that the SDI cannot be applied in the classroom due to the pandemic caused by Covid-19, which made it impossible to open schools during the 2020 school year. Therefore, a questionnaire containing questions on teaching by investigation called the Diagnostic Tool for elements of science teaching by investigation, adapted by Cardoso and Scarpa (2018). The Educational Product (PE) developed was a Didactic Guide that consists of theoretical and methodological guidelines on Teaching by Research and presents the proposed and validated SDI. The Didactic Guide provides guidelines that can guide the planning of classes of teachers of Natural Sciences for the elaboration of didactic proposals based on teaching by investigation. The didactic sequence on Chemical Reaction was developed considering aspects of the Problem Resolution approach and elements of Research Education, such as: contextualized investigative problems; investigative experimental activities; elaboration and testing of hypotheses; registration and data collection; group discussions and dissemination and discussion of results. After analyzing the responses of the evaluating teachers to the questionnaire, in the SDI validation process, a percentage of 97% was obtained, meaning to state that in the planning stages of the SDI, elements of teaching by investigation were contemplated.

Keywords: Chemical reaction, didactic sequence, teaching by investigation, problem solving.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre os níveis do conhecimento químico.....	17
Figura 2: Etapas cíclicas do Ensino por Investigação.....	37
Figura 3: Modelo do desenvolvimento do Ensino por Investigação.....	37
Figura 4: Losango didático adaptado de Méheut.....	40
Figura 5: Ciclo do Processo Cognitivo baseado na ABRP.....	43
Figura 6: Imagem do Experimento 1 (PE1).....	63
Figura 7: Imagem do Experimento 2 (PE2).....	65
Figura 8: Imagem do Experimento 3 (PE3).....	67
Figura 9: Imagem do Experimento 4 (PE4).....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estágios do desenvolvimento cognitivo de Piaget.....	32
Quadro 2: Elementos da ABRP considerados na elaboração da SDI.....	57
Quadro 3: Enunciado do Problema (P).....	58
Quadro 4: Espelho de respostas para o Problema (P).....	58
Quadro 5: Imagens socializadas com os estudantes.....	60
Quadro 6: Problema Experimental 1 (PE1).....	62
Quadro 7: Espelho de respostas para o Problema Experimental 1 (PE1).....	62
Quadro 8: Problema Experimental 2 (PE2).....	64
Quadro 9: Espelho de respostas para o Problema Experimental 2 (PE2).....	64
Quadro 10: Problema Experimental 3 (PE3).....	66
Quadro 11: Espelho de respostas para o Problema Experimental 3 (PE3).....	66
Quadro 12: Problema Experimental 4 (PE4).....	68
Quadro 13: Espelho de respostas para o Problema Experimental 4 (PE4).....	68
Quadro 14: Momento 1 da SDI.....	71
Quadro 15: Momento 2 da SDI.....	71
Quadro 16: Momento 3 da SDI.....	72
Quadro 17: Momento 4 da SDI.....	73
Quadro 18: Momento 5 da SDI.....	74
Quadro 19: Perfil dos Professores Avaliadores da SDI.....	77
Quadro 20: Respostas ao Item A1.....	78
Quadro 21: Respostas aos Itens B1.1 e B1.2.....	79
Quadro 22: Respostas aos itens B2.1, B2.2 e B2.3.....	79
Quadro 23: Respostas aos itens B3.1, B3.2 e B3.3.....	81
Quadro 24: Respostas aos itens B4.1, B4.2, B4.3, B4.4 e B4.5.....	82
Quadro 25: Respostas aos itens C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7.....	83
Quadro 26: Respostas aos itens D1, D2 e D3.....	84
Quadro 27: Respostas aos itens E1 e E2.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Anotações do Experimento 1 (PE1).....	64
Tabela 2: Registro das observações do PE4 – fase 1.....	69
Tabela 3: Registro das observações do PE4 – fase 2.....	69

LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

ABRP	Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTSA	Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DEEnCI	Diagnóstico dos Elementos do Ensino de Ciências por Investigação
EPI	Ensino por Investigação
FN	Nível do conhecimento químico Fenomenológico
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
G6	Grupo 6
G7	Grupo 7
G8	Grupo 8
NSTA	National Science Teacher Association
P	Problema Proposto
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
PE1	Problema experimental 1
PE2	Problema experimental 2
PE3	Problema experimental 3
PE4	Problema experimental 4
pH	Potencial Hidrogeniônico
PTT	Produto Técnico Tecnológico
RP	Nível do conhecimento químico Representacional
SDI	Sequencia Didática Investigativa
TR	Nível do conhecimento químico Teórico
UCQs	Unidade de Conhecimento em Química
UCs	Unidades Curriculares
ZDI	Zona de desenvolvimento Iminente

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivo Geral.....	19
1.2	Objetivos Específicos.....	20
2.	CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Produto Educacional.....	21
2.2	Ensino por Investigação: definição, elementos e características.....	24
2.3	Contribuições de Vygotsky para o Ensino por Investigação.....	28
2.4	O Ensino por Investigação e Zona de Desenvolvimento Iminente.....	30
2.5	O Ensino por Investigação e a teoria de equilíbrio de Piaget.....	32
2.6	O Papel do Professor no Ensino por Investigação.....	35
2.7	O Papel do Estudante no Ensino por Investigação.....	36
2.8	Sequência Didática: conceituação, características e elaboração.....	38
2.9	Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas – ABRP	41
2.10	Elementos da metodologia ABRP	42
2.11	O Papel do Estudante e do Professor na ABRP.....	44
2.12	Vantagens e Desvantagens na aplicação da metodologia ABRP.....	45
2.13	O estudo das Reações Químicas em diferentes contextos do cotidiano...	46
3.	CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA	55
3.1	Contexto e Participantes da Pesquisa.....	55
3.2	Planejamento da Sequencia Didática Investigativa (SDI).....	56
3.3	Desenvolvimento da Sequencia Didática Investigativa.....	57
3.3.1	Primeiro Momento (aulas nº 1 e nº 2) Introdução e problematização sobre Reação Química	57
3.3.2	Segundo Momento (aulas nº 3 e nº 4) Construção dialogada sobre o conceito de Reações Químicas	61
3.3.3	Terceiro Momento (aulas nº 5 e nº 6) Atividade experimental sobre Reação Química.....	61
3.3.4	Quarto Momento (aulas nº 7 e nº 8) Comunicação dos Resultados da Pesquisa	70
3.3.5	Quinto Momento (aula nº 9) Avaliação e consolidação dos Resultados Obtidos	70

3.4	Desenho da Sequencia Didática Investigativa.....	70
3.5	Referencial de Análise de Dados.....	74
4	CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1	Análise dos Resultados da Validação da SDI sobre Reações Químicas..	77
5	CONSIDERAÇÕES	87
	REFERÊNCIAS	88
	Anexo – I: Texto “Reações químicas no cotidiano”	94
	Anexo – II: Ficha de Validação da Sequencia Didática Investigativa.....	96

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa tem por objetivo desenvolver uma sequência didática investigativa sobre Reação Química que possibilite aos estudantes levantar questionamentos, realizar experimentos, resolver problemas, elaborar hipóteses e formar novos conceitos a partir de seus conhecimentos prévios. Propõe ainda elaborar um Produto Educacional denominado de Guia Didático que trate de aspectos teóricos e metodológicos sobre o Ensino por Investigação.

Com base em minha experiência como docente e em pesquisas publicadas (NERY; LIEGEL; FERNANDEZ, 2006; ROSA; SCHNETZLER, 1998) na área de Educação Química percebe-se a dificuldade que vários estudantes do ensino médio apresentam na compreensão das reações químicas, uma vez que esse conceito necessita do aporte de outros conceitos, tais como: natureza atômica, conservação da massa, fórmulas químicas, equações químicas, balanceamento das equações químicas, número de Avogadro, mol, lei das proporções constantes e lei das proporções múltiplas.

Rosa e Schnetzler (1998) apontam em suas pesquisas que estudantes da Educação Básica apresentam concepções diferentes sobre as reações químicas que acabam se configurando como obstáculos para a construção de seu conhecimento, tais como, a concepção de continuidade da matéria, dificultando a compreensão das interações que ocorrem em nível microscópico entre as partículas que constituem os materiais. As explicações que representam o nível macroscópico, o observável, isto é, o do campo fenomenológico, e a transferência de aspectos observáveis para o nível microscópico, impedem que sejam construídos modelos explicativos que se aproximem de modelos cientificamente aceitos.

Nery, Liegel e Fernandez (2006) também discutem sobre as dificuldades dos estudantes em compreender a representação das reações através de equações químicas. Além disso, muitos entendem que qualquer mistura de substâncias resulta em reação química. Neste contexto, um número expressivo de estudantes apresenta a ideia distorcida de afinidade entre as substâncias como explicação para as transformações químicas dos materiais. A partir desta ideia, acreditam que as substâncias químicas se combinam por um “desejo de uma atrair outra”.

Ainda de acordo com Nery, Liegel e Fernandez (2006) parece haver um consenso entre os pesquisadores em relação ao conhecimento prévio dos estudantes sobre reações químicas, no sentido de que este conhecimento se distancia da visão aceita pela comunidade científica.

Para Rocha e Vasconcelos (2016), o ensino de química e de outras ciências da natureza ainda tem gerado a sensação de desconforto entre os estudantes no processo ensino e aprendizagem devido à adoção de uma metodologia tradicional (ensino por transmissão-recepção), descontextualizada e disciplinar. Isto vem a favorecer o desinteresse pela disciplina de Química, uma vez que o conteúdo estudado é abordado de modo que não se aproxima da realidade vivenciada pelos estudantes no seu contexto social.

Menezes e Nuñez (2018) afirmam que pesquisadores e professores consideram o estudo das reações químicas como sendo de fundamental importância para a compreensão de outros conceitos associados e que consolidam a aprendizagem sobre reações químicas. Tais conceitos devem ser compreendidos pelos estudantes para evitar a construção conceitual distorcida/errônea sobre reação química. Por exemplo, os estudantes apresentam dificuldades em compreender uma reação química como um sistema complexo.

Nesse sentido, Nunes e Adorni (2010) defendem que o ensino de química deve possibilitar aos estudantes a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma mais abrangente e integrada, oportunizando uma melhor relação entre os aspectos teóricos, representacionais e práticos relativos a este conceito.

Considerando a diversidade de conceitos necessários para promover uma compreensão mais abrangente do que vem a ser reação química, e quais aspectos podem ser observados na ocorrência deste fenômeno, percebem-se que muitos estudantes têm dificuldades de compreender a transformação da matéria, as substâncias envolvidas no processo reacional, a representação química e a linguagem científica para representação deste fenômeno químico.

Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de considerar no processo de ensino e aprendizagem de Química, os três níveis/dimensões do conhecimento químico destacado pelo pesquisador Johnstone (1982 *apud* MORTIMER,

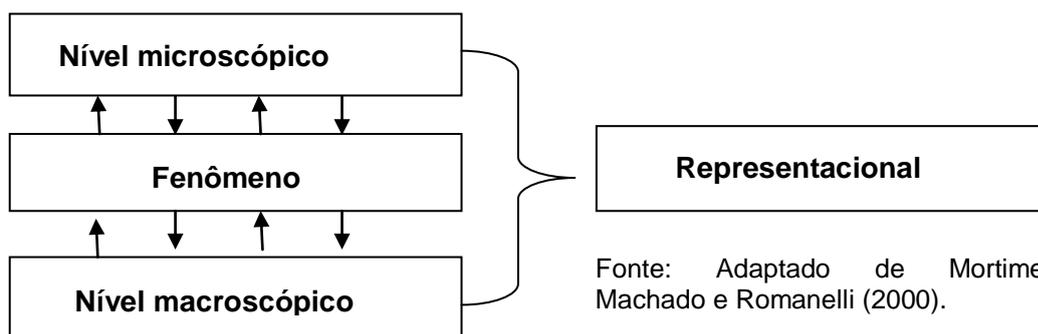
MACHADO E ROMANELLI, 2000) no seu artigo “Macro and micro-chemistry” publicado na revista *School Science Review*. Ele foi um dos primeiros pesquisadores a propor um modelo que explique a relação entre os níveis do conhecimento químico. No artigo, este autor afirma que os temas tratados pela química podem ser compreendidos em três níveis: o nível macroscópico ou fenomenológico (FN), o nível representacional (RP) e o nível microscópico ou teórico (TR).

O pesquisador ressalta também a necessidade do professor de química transitar por esses níveis durante a abordagem dos conteúdos desta disciplina em sala de aula. Sua intencionalidade é discutir que é possível integrar esses três níveis/dimensões do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem de química, alinhado ao nível macroscópico com os aspectos descritivo e funcional, o nível microscópico com aspectos de natureza atômica e molecular da matéria e consolidando-se com a forma de representar o fenômeno observado, que corresponde ao nível representacional no estudo da química.

Para Johnstone (1982 *apud* MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000), o nível macroscópico ou fenomenológico diz respeito à parte observável e quantificável visualizadas através das propriedades físicas e organolépticas dos materiais. O nível teórico (TR), considerado atômico e molecular está relacionado à explicação teórica do fenômeno analisado sob a ótica das espécies químicas como: átomos, íons, moléculas, elétrons, ligações interatômicas e intermoleculares. E finalmente, o nível representacional (RP) que se relaciona com a linguagem científica específica da química, utilizada na comunicação do conhecimento dos diferentes símbolos e representação, por exemplo, das reações químicas por meio de equações químicas (LAVAQUI; BATISTA, 2007).

A título de ilustração das dimensões/níveis do conhecimento químico apresentamos na figura 1 uma relação adaptada de Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

Figura 1: Relação entre os níveis do conhecimento químico.



Fonte: Adaptado de Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

Corroborando a possibilidade de desenvolver as três dimensões do conhecimento químico, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta uma organização por unidades curriculares (UCs) para o ensino de ciências/química denominada de eixos, que pode estruturar o currículo e possibilitar a articulação entre os componentes curriculares de ciências da natureza e potencializar a construção de conceitos químicos de forma que seja mais significativa e integrada para que se faça sentido aos estudantes (BRASIL, 2015).

Os eixos estruturantes são nomeados de: Conhecimento conceitual das ciências da natureza; Contextualização histórica, social e cultural das ciências da natureza; Processos e práticas de investigação em ciências da natureza e Linguagens das ciências da natureza. Em cada eixo é ressaltada uma especificidade de cada componente curricular com diferentes objetivos.

Para o currículo de Química no Ensino Médio são apresentadas seis Unidades de Conhecimentos em Química (UCQs) as quais apresentam temas diversificados sobre a Química, como também seus objetivos para cada ano do Ensino Médio (BRASIL, 2016).

Para que este currículo possa ser implementado nas escolas, Villa (2003) destaca a importância da metodologia de ensino de química adotada nas escolas. Em linhas gerais, para esse autor, os professores carregam em sua prática um modelo de ensino tradicional ainda fundamentado na compreensão da aprendizagem na perspectiva psicologia Behaviorista, que nega a ação e a atividade do estudante que aprende, fazendo dele(a) um simples coletor de dados que foram previamente organizados pelo professor, o que contraria as orientações contidas na BNCC (BRASIL, 2015).

O modelo de ensino tradicional privilegia a memorização de conceitos, reações, fórmulas e equações sem permitir ao estudante uma aprendizagem significativa do conhecimento químico, associada a seu cotidiano e como uma aplicação prática relacionada à sua experiência de vida, comprometendo assim, a aprendizagem dos conceitos químicos (COSTA *et al.*, 2005).

Entretanto podem-se desenvolver propostas didáticas que sejam motivadoras para os estudantes, em que o professor proponha estratégias que propiciem o estímulo à pesquisa, à motivação, à curiosidade, à reflexão, as quais são

necessárias para que o estudante se torne protagonista da construção de seu conhecimento, fazendo uso daqueles que já possui: as ideias que os estudantes apresentam e que não coincidem com os saberes científicos, mas que podem ser construídos em sala de aula na interação com seus colegas e mediados pelo professor. Tais aspectos convergem para as orientações da BNCC (BRASIL, 2017) relacionadas aos objetivos do eixo Processos e práticas de investigação, que busca estruturar a organização curricular das ciências da natureza, e também com os pressupostos do Ensino por Investigação em sala de aula (SASSERON, 2013).

Azevedo (2004) evidencia o uso da problematização nas atividades em sala de aula com a intenção de associar teoria e prática a partir do ensino por investigação como forma de favorecer a construção do conhecimento científico escolar, compreendendo o estudante como protagonista deste processo. Sasseron (2013) também destaca a necessidade de promover interações discursivas na investigação em sala de aula, dando ênfase ao papel do professor na mediação do processo de ensino e aprendizagem de ciências.

À luz dos pressupostos do ensino por investigação, discutidos por Azevedo (2004), Sasseron (2013) e Carvalho (2018), nesta pesquisa pretende-se abordar o conceito de reação química por meio do desenvolvimento e validação de uma sequência didática que busca contemplar elementos que se aproximam do ensino por investigação, isto é, que possibilite ao estudante elaborar hipóteses e resolver problemas com base no conhecimento químico. Nesta perspectiva, delimita-se a seguinte questão de pesquisa: **Como elaborar uma SDI que responda as dificuldades dos alunos em relação ao conceito de reação química?**

A seguir apresentamos os objetivos gerais e específicos que podem contribuir para responder a questão de pesquisa.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma sequência didática investigativa para uma abordagem sobre Reação Química, em diferentes contextos do cotidiano, voltada para estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

1.2 Objetivos Específicos:

- ↙ Desenvolver uma sequência didática investigativa para uma abordagem contextualizada sobre Reação Química para o Ensino Médio;
- ↙ Validar a sequência elaborada a partir de elementos do Ensino por Investigação;
- ↙ Elaborar um Guia Didático sobre o Ensino por Investigação no contexto de aulas de Química do Ensino Médio.

Para atender aos objetivos propostos neste trabalho, apresenta-se no primeiro capítulo a fundamentação teórica que trata dos tópicos: o que é Produto Educacional, Ensino por Investigação, Sequência Didática e Abordagem baseada na Resolução de Problemas e finalmente, uma discussão sobre Reação Química aplicada em diferentes contextos do cotidiano.

No segundo capítulo apresenta-se a metodologia, a descrição dos procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da sequência e o referencial de análise de dados obtidos. No terceiro capítulo, a discussão dos resultados da validação da sequência e finalmente as principais considerações a partir dos resultados da validação da SDI e da elaboração do Guia Didático sobre o Ensino por Investigação.

2 CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo apresentamos uma discussão sobre produto educacional, ensino por investigação, sequência didática, aprendizagem baseada na resolução de problemas e reações químicas que se constituem como fundamentos teórico-metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Produto Educacional

O Produto Educacional (PE) ou Produto Técnico Tecnológico (PTT) é um objeto de aprendizagem que pode ser elaborado na forma de um pequeno livro, manual de atividades, sequência didática, software, jogo educativo, entre outras formas de expressão.

O PE é desenvolvido no lócus dos Mestrados e/ou Doutorados Profissionais, com a função de permitir em certo contexto sócio histórico, que professores e professoras situados nos mais diversos locais do cenário nacional, possam utilizá-los e adaptá-los como instrumentos de ensino e aprendizagem, de acordo com as especificidades locais e/ou estratégias do docente (RIZZATTI *et al*, 2020)

Ao ser elaborado, aprovado e validado, o PE passa a ser um documento de direito público, podendo ser usado por professores e professoras, com liberdade para revisá-lo, adaptá-lo, modifica-lo, traduzi-lo sem perder sua essência, ajustando às suas necessidades, inclusive introduzindo novos elementos que julgarem necessários durante a aplicação do PE, nas atividades propostas.

De acordo com o documento da área de ensino da Capes (BRASIL, 2019), a elaboração do PE passou a ser uma exigência para Mestrados e/ou Doutorados profissionais da área de Ensino como resultado de um processo criativo, oriundo de uma atividade de pesquisa que esteja associada ao campo da prática profissional. O PE é de natureza individual ou coletiva, apresenta descrições ou especificações técnicas que permita o seu compartilhamento ou uso por terceiros.

Segundo documento de área da Capes (BRASIL, 2019) as “dissertações e teses na modalidade profissional devem apresentar na seção metodologia uma descrição das etapas de elaboração, aplicação, avaliação, validação e análise

acerca do PE”. Ainda de acordo com o documento da Capes, o PE deve apresentar um referencial teórico-metodológico e quando possível também epistemológico.

Em síntese, o PE deve obedecer a alguns critérios, segundo Rizzatti *et al.* (2020), que devem ser considerados na sua elaboração, tais como:

- **Complexidade** – relaciona-se à fases de elaboração, desenvolvimento e/ou a validação do Produto Educacional.
- **Registro** – trata da catalogação do PE em que são fornecidas informações a respeito dos direitos autorais com registro em biblioteca da instituição a qual o autor/autores está(ão) vinculado(s).
- **Impacto** – refere-se à forma como o PE pode ser aplicado nos sistemas educacionais, destacando-se a sua importância e colaboração no processo ensino e aprendizagem e buscando causar mudanças pela sua inserção no processo educacional.
- **Aplicabilidade** – Diz respeito a seu potencial de facilidade de acesso e compartilhamento para sua aplicação por outros profissionais da área de educação, nos mais diferentes contextos de sala de aula que permitam a sua replicabilidade. A replicabilidade consiste na possibilidade de outros profissionais da área de educação utilizar o PE, fazendo ajustes e adaptações necessárias a sua realidade de sala de aula.
- **Aderência** – diz respeito à área de concentração e as linhas de pesquisas para as quais o PE foi elaborado.
- **Inovação** – corresponde a forma como o PE foi elaborado a partir de algo novo ou de modificação e/ou adaptação a algo já existente, desde que traga nova forma de incorporação ao PE original.

Para dar sustentação aos critérios supracitados, destaca-se a necessidade de se ampliar as discussões envolvendo, mais especificamente, os aspectos da inovação, aplicação e impacto que o PE pode promover pelo compartilhamento com as demais áreas de ensino, de modo a propiciar uma reflexão na educação básica no tocante ao atendimento de demandas sociais (RIZZATTI *et al.*, 2020).

Ainda segundo Rizzatti *et al.* (2020), vale ressaltar que o PE precisa ser validado por outros profissionais da área de educação no que concerne aos aspectos de natureza qualitativa e quantitativa, como a aplicação de questionários,

no intuito de identificar evidências que permitam avaliar a adequação e a interpretação de resultados desse PE, a partir de critérios previamente estabelecidos.

Os critérios estabelecidos para a validação do PE devem dar ênfase aos métodos de pesquisa como a escolha de um referencial teórico-metodológico que fundamente as metodologias de ensino; as formas de avaliação e escolha dos conteúdos que servirão de alicerce para a elaboração da dissertação ou tese e do próprio PE; a etapa de revisão do PE evidenciando o papel formativo proposto na elaboração do produto (RIZZATTI *et al*, 2020).

No contexto desse trabalho de dissertação, o PE elaborado foi um Guia Didático intitulado “O Ensino por Investigação em aulas de Química no Ensino Médio”. O guia traz uma discussão introdutória da conceituação, finalidades e elementos teóricos-metodológico do Ensino por Investigação e apresenta também o planejamento de uma sequência didática investigativa para uma abordagem do conteúdo de Reação Química. A sequência foi inicialmente validada por professores de Ciências da Natureza e Química, com base no uso da ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), conforme Cardoso e Scarpa (2018).

A ferramenta DEEnCI proposta por Borda Carulla (2012, apud CARDOSO; SCARPA, 2018) que adaptaram a ferramenta DEEnCI apresenta questões que tratam de aspectos práticos do EPI, por exemplo, promover ações que possibilitem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, que se assemelhem às práticas da comunidade científica, considerando as características do contexto escolar. E questões voltadas para a análise, elaboração e revisão de propostas de ensino por investigação, de forma a orientar o professor no processo de planejamento de propostas baseadas no EPI.

A DEEnCI apresenta questões que abordam aspectos como: resolução de problemas e/ou questões, proposição de hipóteses, coleta, análise e interpretação de dados, comunicação e reflexão sobre os resultados do processo investigativo, e continuidade do processo investigativo caso haja necessidade, os quais devem ser contemplados em propostas didáticas elaboradas com base no EPI.

2.2 Ensino por Investigação: definição, elementos e características

Vivemos a época dos avanços e mudanças provocadas pelas mídias digitais na sociedade do século XXI. Tais mudanças também são compartilhadas com a escola que está inserida na sociedade e influencia na concepção de que o conhecimento ainda é visto na escola como um produto final, transmitido de forma expositiva pelo professor.

Nessa direção faz-se necessário tentar avaliar aquilo que os estudantes aprendem e como aprendem, buscando como suporte os trabalhos publicados por Piaget (1974) em relação à psicogênese, que consiste na origem e desenvolvimento dos processos mentais ou psicológicos do conhecimento científico na busca de entender como o ser humano constrói o conhecimento e quais as principais estruturas desse pensamento. Também dos trabalhos de Vygotsky (2007) em que se enfatizam a importância do outro na construção do conhecimento científico, fundamentada na linguagem utilizada para o desenvolvimento intelectual do estudante.

Quando se pensa em modificar a formatação da escola, em especial, acerca da forma de construção do conhecimento, dois fatores devem ser levados em consideração: primeiro, “o aumento exponencial do conhecimento produzido” que segundo Carvalho (2009) busca a valorização da qualidade do conhecimento a ser ensinado e não a quantidade, caracterizando deste modo, que não mais é possível a tentativa de se ensinar tudo a todos; e em segundo lugar, ainda de acordo com Carvalho (2009), na explicitação de que o conhecimento é construído tanto em nível individual como social, pode-se tomar por base os trabalhos epistemológicos e psicológicos publicados por Piaget e Vygotsky.

Nessa perspectiva Nascimento e Amaral (2012, p.576), consideram “que a aprendizagem e o desenvolvimento resultam das interações sociais e das trocas com indivíduos mais experientes”, portanto vislumbra a questão das interações sociais como estratégia capaz de propiciar uma abordagem de ensino no sentido mais amplo por considerar a necessidade de valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital, para

entender e explicar a realidade, continuar aprendendo, e colaborar para a construção de uma nova sociedade mais justa, democrática e inclusiva.

Nesta direção, o ensino por investigação pode ser entendido como uma abordagem didática que busca promover o desenvolvimento de competências e das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (FREIRE, 2009).

Carvalho (2018) define ensino por investigação como um ensino dos conteúdos das disciplinas em que o professor deve criar condições em sala de aula para que os estudantes sejam capazes de: pensar, levando em consideração a estrutura do conhecimento; falar, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; ler, entendendo criticamente o conteúdo que está sendo trabalhado e, por fim, escrever, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Esta autora argumenta que no planejamento de uma atividade investigativa, o professor deve atentar para o grau de liberdade intelectual dado ao estudante e com a elaboração do problema. Nessas atividades, o problema exerce um papel importante na introdução de conceitos e/ou na sistematização de dados relativos à aprendizagem das Ciências. A avaliação na perspectiva do ensino por investigação não busca verificar somente se os estudantes aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esses conteúdos.

O ensino por investigação, segundo Baptista (2010) é uma metodologia que prioriza o questionamento, a elaboração de hipóteses, a identificação de evidências, as explicações com bases nas evidências encontradas, a resolução de problemas e a comunicação dos resultados. O professor faz uso de processos da investigação científica, considerando as especificidades do conhecimento científico no contexto escolar. É nesse sentido que este ensino pode contribuir para familiarizar os estudantes a aprender sobre e a fazer ciência.

Esta abordagem de ensino requer uma mudança na postura tanto do professor como do estudante, pois ao professor cabe incentivar a curiosidade intelectual e recorrer a abordagens próprias das ciências, incluindo a imaginação e a criatividade para investigar, elaborar e testar hipóteses; formular e resolver problemas, tornando o estudante protagonista na construção do conhecimento. O professor passa a ser um agente mediador nas interações entre os estudantes e o

conhecimento, sendo responsável pelo processo de construção de conhecimentos trabalhados em sala de aula (CARVALHO, 2018).

As características do ensino por investigação, tais como a problematização, a avaliação de evidências; valorização de debates e discussões; aplicação do conhecimento científico, múltiplas interpretações sobre o problema e seu modo de resolução e a comunicação dos resultados oportunizam ao estudante a possibilidade de ser o protagonista do conhecimento. Para tanto, os mesmos elaboram hipóteses sobre o fenômeno observado, podem desenvolver a capacidade de argumentação, vivenciar possibilidades de erro e acerto na resolução de problemas, respeitar a opinião de outros na liberdade de pensar. Cabe ao professor sistematizar as ideias, hipóteses e resoluções apresentadas pelos estudantes sobre os problemas propostos.

Sasseron (2017) destaca que uma das etapas mais difíceis do processo de ensino por investigação (EPI) no contexto escolar consiste na elaboração da pergunta e/ou problema. Para essa autora, a pergunta/problema deve ter um caráter sedutor, uma vez que não é interessante para o estudante responder a uma pergunta que ele já sabe a resposta. Perguntas ou problemas que não provoquem o interesse dos estudantes passam a ser pouco atrativos e enfadonhos principalmente quando exigem um trabalho muito detalhado e minucioso de coleta de dados para ser respondidos.

O foco central do EPI consiste na construção do conhecimento por parte dos estudantes. De um modo geral, quando algum fenômeno natural é observado, podemos ficar curiosos sobre algum aspecto para o qual se busca uma justificativa; por exemplo, o porquê da ocorrência do fenômeno observado. Neste caso, a pergunta ou problema elaborado deve ser passível de responder, considerando o contexto e as concepções prévias do estudante e o período de tempo disponível (SASSERON, 2017).

Em geral, uma investigação científica proposta para a escola pode ocorrer de maneiras diferentes de acordo com o que se investiga, no entanto há características comuns: um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e os testes de hipóteses, o reconhecimento de variáveis

e o controle destas; o estabelecimento de relações entre informações e a construção de uma explicação (SASSERON, 2013).

Com base em Piaget (1974) e Vygotsky (2007), Carvalho (2009) propõe a elaboração de planejamentos de aulas a partir de uma sequência didática investigativa (SDI) através de atividades que se iniciam com a proposição de um problema e a experimentação contextualizada capaz de inserir o estudante no tópico desejado do conteúdo programático e que, ao mesmo tempo, trabalhem com variáveis relevantes ao fenômeno científico e que favoreçam as condições para que os estudantes, de forma autônoma e protagônica, venham a desenvolver possibilidades de resolução do problema proposto. Espera-se que, ao final, as respostas ao problema sejam sistematizadas com base em aportes teóricos de resolução de natureza científica.

A sequência didática investigativa prevê como atividades, que são consideradas relevantes, de acordo com Carvalho (2018), os seguintes itens:

- O problema: que consiste no desafio a ser trabalhado pelos estudantes na busca de encontrar as possíveis soluções;
- O material: que é o aparato experimental e didático sob o qual o problema será proposto.

No EPI, as atividades que envolvem problemas devem ser bem planejadas para que se contemplem as características intrínsecas dos referenciais teóricos sobre elaboração de problemas (LOPES, 2000; BATINGA, 2010). Ações propostas pelo professor e pelo estudante devem estar estruturadas em etapas como: distribuição do material e proposição do problema por parte do professor; resolução do problema pelos estudantes; sistematização dos conhecimentos elaborados e a consolidação do conhecimento construído dentro de um enfoque científico-social.

- Demonstrações investigativas: consiste na etapa após resolução do problema que é uma ação realizada pelo professor na demonstração do resultado obtido.

Ainda segundo Carvalho (2018) em todas as etapas do processo de ensino investigativo, o professor deve atuar estimulando interações discursivas com os estudantes, objetivando gerar oportunidade de sistematizar o conceito do que foi obtido na resolução do problema, por exemplo, atividades de debate.

Neste aspecto, a leitura e discussão de textos de sistematização do conhecimento dão suporte às atividades complementares e, por conseguinte, trará para o professor a possibilidade de verificar se os estudantes compreenderam a natureza do estudo trabalhado, tomando por base as discussões ou questionários que devem ser organizados pelo professor e aplicados junto aos estudantes inseridos no processo de avaliação dos conhecimentos construídos.

No ensino por investigação, deve-se considerar durante e no final de cada ciclo de aprendizagem, os processos avaliativos como a avaliação diagnóstica que busca identificar as habilidades e competências que o estudante possui sobre determinado conhecimento; a avaliação formativa que fornece um feedback contínuo sobre o andamento do processo ensino e aprendizagem e a avaliação somativa que tem por foco o resultado das aprendizagens construídas durante e ao final de um ciclo ou etapa de ensino, com vistas a verificar como o processo de aprendizagem está se realizando e que resultados estão sendo obtidos, em relação aos conhecimentos já sistematizados e construídos pelos estudantes (GIL, 2006; HAYDT, 2008; PERRENOUD, 1999).

2.3 Contribuições de Vygotsky para o Ensino por Investigação

Em seus estudos, o psicólogo Vygotsky trouxe várias contribuições que influenciaram o cotidiano da sala de aula. Tais contribuições que foram introduzidas e consideradas a partir de seus estudos que apresentam um conjunto de ideias as quais possibilitaram, gradativamente, a adaptação de muitas escolas sobre a forma de ensinar, uma vez que são contrárias ao modelo tradicional de ensino.

Os estudos de Vygotsky foram voltados para as funções psicológicas, enfatizando os processos que envolvem memória, atenção, planejamento, ação intencional, representação simbólica, o pensamento abstrato, a capacidade de resolver problemas, a formação de conceitos e o uso da linguagem. Essas funções têm origem nas relações do indivíduo em seu contexto social e cultural (LURIA, 1992).

De acordo com Oliveira (2010) as proposições de Vygotsky (2007), definem a aprendizagem como sendo um processo pelo qual o indivíduo pode adquirir

informações, desenvolver habilidades, atitudes e assimilar valores, a partir da realidade na qual está inserido, do meio ambiente e das outras pessoas com quem interage. Vygotsky defende que “aprender exige que o ser humano relacione processos psicológicos com aspectos culturais, históricos e instrumentais, destacando o papel fundamental da linguagem” (OLIVEIRA, p.147).

Estabelecendo um paralelo entre as ideias de Vygotsky e as influências dos estudos de Piaget (1974) para a escola, Carvalho (2009), afirma que Piaget parte do princípio de que “qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior”. Isto quer dizer que para explicar o mecanismo de construção do conhecimento, três conceitos surgem para fundamentar o processo de aprendizagem, tais como: equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio. Essas etapas são preponderantes para a construção e consolidação dos conhecimentos pelos estudantes e para o planejamento de ensino pelo professor.

As etapas de construção do conhecimento propostas por Piaget (CARVALHO, 2009) geralmente podem ocorrer no ambiente da sala de aula o qual é influenciado pelos fatores como heterogeneidade e tempo pedagógico de cada estudante, suas experiências e os aspectos que estão atrelados ao meio social em que vive, bem como o quantitativo de estudantes por turma. Para dar conta desses fatores, Vygotsky em seus estudos discorre sobre os fundamentos psicológicos e deduz que: as funções mentais superiores dos indivíduos emergem dos processos sociais (CARVALHO, 2009). A discussão e aceitação desse conceito no espaço da escola se constituem como um elemento facilitador das relações professor-estudante em sala de aula.

Para Vygotsky, outro elemento de igual importância baseia-se nos processos sociais e psicológicos humanos nos quais “se firmam por meios de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre eles e o mundo físico” (VYGOTSKY, 2007, p. 95-96). Partindo deste princípio, o artefato considerado de maior importância é a linguagem, pois ela é elemento transformador do funcionamento da mente e, por conseguinte, facilitador da interação professor-estudante, sem deixar de levar em consideração outros elementos que interferem nesta relação, como o ambiente em que a comunicação ocorre, os problemas, a

informação e os próprios valores culturais com os quais se trabalha na sala de aula (VYGOTSKY, 2007).

2.4 O Ensino por Investigação e a Zona de Desenvolvimento Iminente

Observa-se que na proposta de Vygostky (2007) quando o mesmo se reporta ao processo de ensino e aprendizagem no contexto escolar, que o conceito de “zona de desenvolvimento iminente” (ZDI), se define como a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade do sujeito de resolver problemas sem a ajuda e o nível de desenvolvimento potencial determinado através de resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou a colaboração com outros companheiros, no caso uma pessoa mais experiente ou mais velha. É importante relatar que a ZDI define aquelas funções mentais do sujeito que ainda não amadureceram, porém estão em processo de maturação (FINO, 2001).

O professor Jim Cummins (*apud* VYGOTSKY, 2007, p. 76), afirma que “o indivíduo não pode construir conhecimento novo sem uma estrutura, um fundamento, de aprendizagem prévia”, ou seja, o indivíduo não pode transpor uma situação de aprendizagem sem ter alguma base ou algum conhecimento anterior, cognitivamente relacionado, que possibilite conectar e suportar a nova informação.

Ainda de acordo com Fino (2001), percebe-se que a ZDI, no nível de desenvolvimento real, compreende o conjunto de conhecimento consolidado, ou seja, aquilo que o sujeito é capaz de resolver utilizando seu conhecimento de forma autônoma, enquanto o nível de desenvolvimento potencial é o conjunto de atividades que a criança/adolescente não consegue realizar sozinha, mas que, com a ajuda de alguém que lhe dê algumas orientações adequadas, ela conseguirá resolver o problema.

Para ilustrar a relação entre desenvolvimento real e potencial segundo, Fino (2001), pode-se citar uma prática usual de muitos professores que é a realização de trabalhos em grupos. Essa ferramenta pedagógica favorece a interação entre os estudantes que se encontram no mesmo nível de desenvolvimento real, tornando mais fácil o entendimento entre eles e favorecendo o desenvolvimento potencial em termos de habilidades e competências desenvolvidas e tratadas entre os pares.

Entretanto, é de suma importância o trabalho de mediação por parte do professor que é mais experiente, para contribuir com o desenvolvimento real dos estudantes. Isso deve ser considerado no planejamento das atividades individuais e coletivas em sala de aula.

Nesse sentido, percebe-se a necessidade do papel mediador do professor na proposição e desenvolvimento de atividades para a construção de novos conhecimentos pelos estudantes. Segundo a perspectiva sociointeracionista de Vygotsky, cabe ao professor elaborar, propor e conduzir atividades de questões e problemas que irão orientar os seus estudantes, com vistas a potencializar a construção de novos conhecimentos e trazer novos elementos que possibilite a transição entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.

Considerando as perspectivas de Piaget (1967) e Vygotsky (2007) torna-se evidente que os conceitos (intuitivos ou cotidianos) que os estudantes trazem para sala de aula, frutos de sua experiência com o meio social e natural em que vivem se traduz como um elemento importante porque eles servem de base pela qual os estudantes procuram entender e esboçar novos conceitos que são construídos de forma coletiva dentro da sala de aula (CARVALHO, 2018).

Nessa direção, não é tarefa da escola desconstruir os conceitos e experiências vivenciadas ao longo da vida de cada estudante, razão pela qual Carvalho (2009) afirma ser mais proveitoso promover atividades nas quais os estudantes possam se apropriar da cultura, conhecimento e experiência científica, que possibilitem aos estudantes a reconstrução de novos conhecimentos, e aprendam a usá-los de forma adequada em situações próprias do contexto escolar.

Diante deste cenário, o ensino por investigação e suas características contribuem para a transposição de aspectos das teorias de Piaget e Vygotsky no ambiente escolar do processo de ensino e aprendizagem. Pois, ensinar na perspectiva da investigação significa fazer um movimento de aproximar os conhecimentos científicos dos conhecimentos escolares, partindo de problemas, e fundamentar-se nas evidências que são consideradas para validar as respostas dos estudantes, no processo de experimentação de hipóteses elaboradas para a solução

do problema, levando o estudante a apreender o significado da linguagem científica construída a partir da linguagem cotidiana, ou seja:

[...] ao ensinar ciências, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaio. Queremos que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras [...] mas estas devem expressar os mesmos significados essenciais que não de ser cientificamente aceitáveis (LEMKE, 1990, apud CARVALHO, 2009).

Para Paulo Freire (2009), a conexão entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita, dá suporte ao conhecimento construído quando uma pessoa consegue fazer conexões com o conhecimento científico e o mundo a seu redor. É também nessa direção que pretendemos propor atividades para sequência didática investigativa apresentada neste trabalho.

2.5 O Ensino por investigação e a teoria de Equilíbrio de Piaget.

Procurar entender de que forma os estudantes constroem seus conhecimentos e como os professores, na condição de mediadores do processo de ensino e aprendizagem, podem contribuir de forma efetiva para a construção desses conhecimentos e quais são os aportes necessários para dar embasamento à ação da prática pedagógica docente consistem num marco diferencial dos estudos de Piaget no tocante as suas contribuições para EPI.

Piaget desenvolveu seus estudos considerando os estágios de desenvolvimento cognitivo composto por quatro fases, conforme quadro 1.

Quadro 1: Estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget

Estágio	Idade aproximada	Capacidades
Sensório-motor	De 0 a 2 anos	Conhecimento do mundo baseado nos sentidos e habilidades motoras. No final do período, emprega representações mentais.
Pensamento pré-operatório	De 2 a 6 anos	Uso de símbolos, palavras, números para representar aspectos do mundo. Relaciona-se apenas por meio de sua perspectiva individual. O mundo é fruto da percepção imediata

Pensamento operatório concreto	De 7 a 11 anos	Aplicação de operações lógicas e experiências centradas no aqui e agora. Início da verificação das operações mentais.
Pensamento operatório formal	Adolescente em diante	Pensamentos abstratos, especulação sobre situações hipotéticas, raciocínio dedutivo. Planejamento, imaginação.

Fonte: Piaget (1967, p.63-65)

Para Piaget (1974) é o amadurecimento das estruturas físicas dos sujeitos que promove a constituição do pensamento e dos instrumentos simbólicos que favorecem a construção de uma nova lógica a qual se defrontará com novos problemas, caracterizando a fase de maturação. Este autor considera que os estágios do pensamento operatório concreto e formal formam a base para construção do conhecimento científico.

No estágio do pensamento operatório concreto, a criança desenvolve mecanismos cognitivos que permitem realizar operações para classificar, estabelecer séries e sequência de objetos em categorias de acordo com suas percepções baseadas em semelhanças ou diferenças. Esse estágio de desenvolvimento cognitivo vai subsidiar o estágio do pensamento operatório formal.

No estágio operatório formal, o adolescente inicia o processo de raciocínio lógico de forma sistemática conseguindo fazer deduções sem o apoio de objetos concretos. É neste estágio que o pensamento hipotético-dedutivo se constitui como aspecto mais importante na construção do conhecimento e o adolescente passa a criar hipóteses na tentativa de explicar ou resolver determinado problema (PIAGET, 2007). Segundo Piaget, é neste estágio que o adolescente adquire a capacidade de representar o seu modelo de forma abstrata, utilizando-se de diagramas e equações que irão permitir realizar um conjunto de operações lógicas que darão suporte à identificação, negação, reciprocidade e correlação dos fatos observados e testados nas suas operações. Essa capacidade é necessária para atender as demandas do EPI.

Nesta direção, percebem-se as contribuições de Piaget para o EPI, pois neste estágio de desenvolvimento do processo cognitivo, o estudante-adolescente é capaz de criar hipóteses, de organizar suas ideias, discutir entre os pares as possíveis

soluções para o problema proposto, além de comunicar os resultados para os demais colegas envolvidos no processo.

Piaget (2007, p.23) destaca a fase de equilíbrio como elemento que coordena a maturação, experiência e transmissão, como fonte do progresso do indivíduo. Na fase de desequilíbrio, o sujeito é obrigado a sair do estado atual para procurar novas direções como meio de investigação na produção do conhecimento. Logo, o processo de equilíbrio na relação sujeito e objeto de conhecimento, ocorre como um processo contínuo de assimilação e acomodação.

Neste contexto, a assimilação é responsável pela incorporação de elementos externos na construção do conhecimento ao esquema sensorio motor do sujeito e a acomodação irá promover a incorporação desse conhecimento ao sistema conceitual do sujeito, caracterizando desta forma, a assimilação e acomodação como processos indissociáveis e complementares e que são regulados pela equilíbrio em um processo de desenvolvimento mútuo e progressivo (ARANHA, 2006)

Deste modo, para Piaget, o desenvolvimento cognitivo é definido como um mecanismo de equilíbrio que ocorre por meio de situações sucessivas de equilíbrio-desequilíbrio-reequilíbrio e que tem a intenção de determinar o domínio do sujeito sobre o objeto do conhecimento. Em outras palavras, a equilíbrio é um processo de autorregulação entre a assimilação e acomodação, permitindo a adaptação do sujeito ao meio e a uma progressão na formação do pensamento mais complexo.

Pode-se considerar que as contribuições de Piaget no aspecto pedagógico do EPI, tem um caráter importante, pois aponta os estágios adequados para serem trabalhados com os adolescentes, considerando suas reais possibilidades de desenvolvimento intelectual e afetivo. Com base nessa linha de pensamento, a definição dos períodos de desenvolvimento possibilita o entendimento de que cada um dos indivíduos adquire novos conhecimentos e de que não existe um novo conhecimento sem que o organismo já tenha um conhecimento anterior para poder assimilá-lo e transformá-lo. Este conhecimento anterior é denominado de conhecimento prévio e implica nos dois polos da atividade inteligente: a assimilação e a acomodação (PÁDUA, 2009).

2.6 O Papel do Professor no Ensino por Investigação

Segundo Sá *et al.* (2007) nas atividades investigativas, é papel do professor: propor e discutir problemas e questões; contribuir no planejamento da investigação pelos estudantes, orientar no levantamento de hipóteses ou evidências e de suas explicações teóricas; incentivar a discussão e a argumentação entre os estudantes e promover a sistematização do conhecimento.

O professor precisa construir com os estudantes um cenário contextual com a proposição de problemas que possam ser compreendidos, com vistas a estimular o entendimento da situação proposta, pois sabemos que na heterogeneidade de interesse na sala de aula, existem estudantes que demonstram interesse por determinado conteúdo e outros que não demonstram interesse, porém, cabe ao professor, como articulador do processo ensino e aprendizagem, fazer uso de estratégias que sejam capazes de envolver os estudantes (NASCIMENTO; AMARAL, 2012)

No planejamento do ensino por investigação, o professor deve considerar a vivência, idade e conhecimentos específicos dos estudantes que são base para a criação de um ambiente investigativo que partem de uma linguagem do cotidiano dos estudantes para a formulação de uma linguagem mais próxima da científica.

Deve ainda o professor utilizar-se de problemas não experimentais, com vistas a propor como atividade a introdução de novos conhecimentos. Perguntas “como?” e “por quê?” são elementos de vital importância na sistematização dos novos conhecimentos, uma vez que direcionam o processo no caminho da linguagem científica.

O papel do professor mediador, no ensino por investigação, é de fundamental importância dentro da escola e que se reflete em toda a sociedade, pois ele é um agente ativo na formação de um cidadão, além de ser um educador, atuando como gestor de aprendizagem. O professor tem influência para orientar e motivar os estudantes desde o primeiro dia com eles na escola.

2.7 O Papel do Estudante no Ensino por Investigação

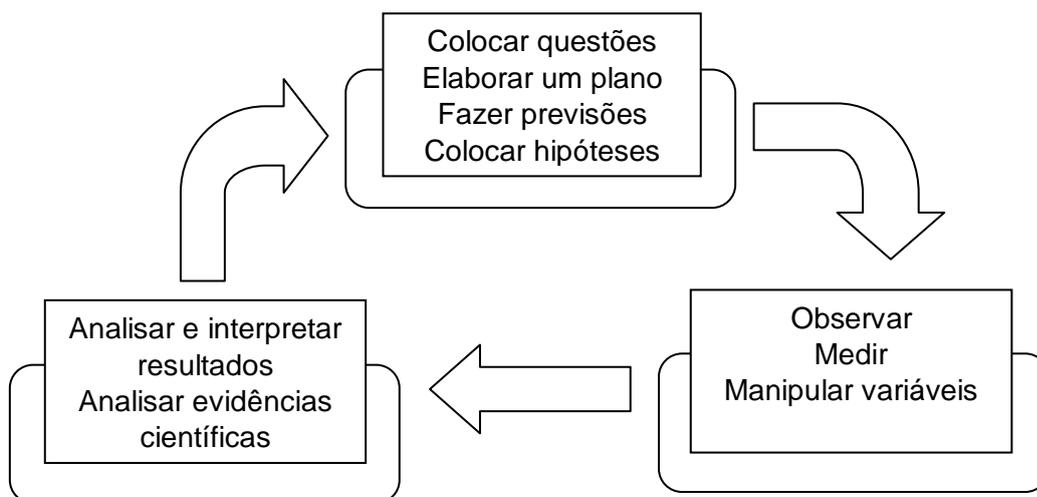
A participação dos estudantes no ensino por investigação se constitui numa ação de fundamental importância, pois propicia interações entre eles e entre os estudantes, o professor e o especialista, além dos estudantes com a atividade e material da pesquisa. Daí nasce a necessidade do engajamento do estudante com o objeto/conteúdo/conceito do estudo para que o ensino por investigação tenha relevância considerando o contexto da produção do conhecimento em sala de aula.

Para Azevedo (2004) em uma atividade investigativa é necessário que o estudante reflita, discuta, explique, relate. É preciso que ele saiba por que está investigando o fenômeno apresentado. Assim o ensino por investigação se baseia na resolução de problemas por meio de uma participação ativa dos estudantes, elaborando raciocínios e justificando suas ideias. Nesse contexto, o professor deverá propor questões e estar sempre atento às respostas dos alunos, valorizando as certas e questionando as “erradas”, sem excluir o aluno que errou do processo e sem apontar respostas únicas.

É importante considerar que o estudante pode não estar previamente motivado para participar de uma atividade investigativa. Nesse caso, faz-se necessário que tal atividade possa motivar e desafiá-lo, buscando promover seu interesse e participação como protagonista de sua aprendizagem.

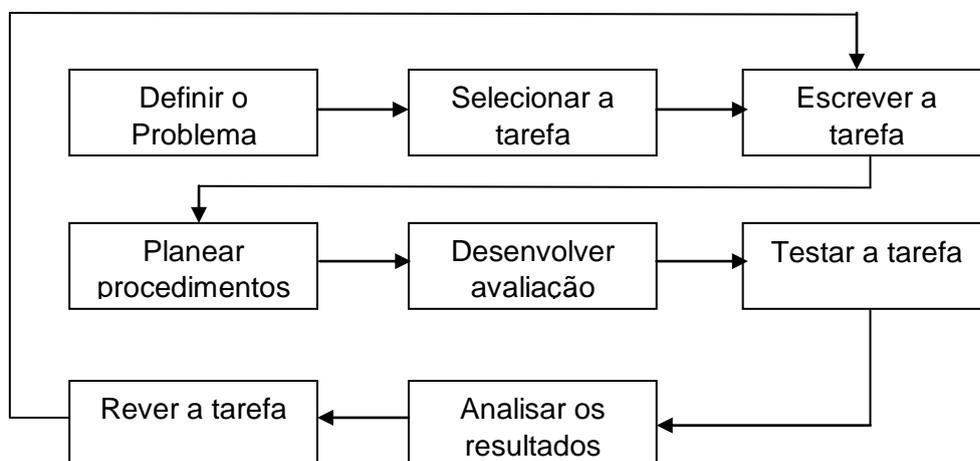
O sucesso do ensino por investigação também se relaciona com a maneira como o professor trabalha com seus estudantes, buscando propor temas desafiadores que os estimulem a se debruçar sobre as atividades investigativas, para resolver problemas com a sua mediação e procurando alcançar os objetivos de aprendizagem propostos pelo professor na realização das atividades.

Wellington (2000) propõe etapas de natureza cíclica para propostas didáticas na perspectiva do Ensino por Investigação em uma variedade de situações, conforme figura 2 a seguir.

Figura 2 – Etapas cíclicas do Ensino por Investigação

Fonte: Perspectivas cíclicas das atividades de investigação – Fonte: Wellington (2000)

A National Science Teacher Association (NSTA) (2016) propôs um modelo mais geral que também pode ser aplicado pelo professor no desenvolvimento de propostas de ensino por investigação no contexto escolar, que pode facilitar a sua ação na condução deste ensino. A figura 3 ilustra tal situação:

Figura 3 - Modelo do desenvolvimento do Ensino por Investigação

Modelo do desenvolvimento de uma atividade de investigação. Fonte NSTA (2002)

A aplicação do modelo proposto (Figura 3) permite aos estudantes a realização das atividades, a resolução do problema e proposição de hipóteses para sua resolução. Em seguida, os estudantes selecionam o material adequado para testar as hipóteses, verificando se responderam de maneira adequada ao problema. Os resultados são analisados e o professor atua como mediador, sistematizando as

respostas e propondo a retroalimentação do processo caso o resultado obtido não seja satisfatório e/ou adequado (WELLINGTON, 2000).

A avaliação no ensino por investigação decorre da necessidade de identificar o significado deste processo e a maneira como o estudante se apropria dos conceitos e conteúdos trabalhados nesta abordagem de ensino. Luckesi (2005) define a “avaliação como uma forma de tomar consciência sobre o significado da ação na construção do desejo que lhe deu origem”. É nesse sentido que vislumbramos a essencialidade da avaliação do processo.

A avaliação é de caráter formativo e se dará em cada etapa do EPI, a elaboração das hipóteses para resolução do problema, observação do fenômeno a ser estudado, na realização das atividades, na coleta de dados e na discussão e comunicação dos resultados em que o professor sistematiza o conhecimento construído junto aos estudantes, buscando identificar suas apropriações conceituais, procedimentais e atitudinais.

2.8 Sequência Didática: conceituação, características e elaboração

Para Zabala (1998) a sequência didática é “uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas”. Em outras palavras, é uma abordagem pedagógica na qual o professor com base nos objetivos de ensino e aprendizagem e na organização sistemática de um conjunto de atividades faz a seleção de conteúdos que serão trabalhados em aulas. No processo de planejamento da sequência o professor precisa refletir sobre os elementos a seguir:

- Que atividade permite identificar os conhecimentos prévios do estudante e possibilite relacioná-los a novos conhecimentos, de modo que este seja significativo e funcional;
- Que a atividade esteja adequada ao nível de desenvolvimento do estudante;
- Que a atividade represente um desafio alcançável, levando em consideração as competências atuais do estudante e que permita avançar com a devida ajuda, se necessário, possibilitando a emergência da zona de desenvolvimento iminente;

- Que a atividade suscite o conflito cognitivo que pode acontecer no momento em que o sujeito se depara com uma situação e percebe que os seus esquemas não são suficientes para resolver a questão, gerando um desequilíbrio cognitivo e que ao mesmo tempo possibilite relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios do estudante;
- Que a atividade se torne motivadora na construção de novos conhecimentos;
- Que a atividade permita ao estudante reconhecer que aprendeu com seu próprio esforço, reforçando sua autoestima e o autoconceito em relação às aprendizagens propostas;
- Que a atividade ajude o estudante a adquirir habilidades que permitam que ele se torne mais autônomo, enfatizando a competência cognitiva do “aprender a aprender”.

Diante do exposto, a sequência didática, segundo Zabala (1998) favorece o entrelaçamento de várias atividades no transcorrer de uma unidade didática, permitindo analisar diferentes maneiras de intervir de acordo com a atividade proposta, podendo ainda indicar a função que cada atividade propõe na construção do novo conhecimento.

De igual modo, as atividades propostas na sequência didática deverão estimular as relações do professor mediador com os estudantes e a relação estudante-estudante, propiciando um clima de harmonia e de auto cooperação entre os atores envolvidos, melhorando o grau de comunicação e os vínculos afetivos que são construídos (NASCIMENTO; AMARAL, 2012). E ainda que as atividades estejam em consonância com o processo ensino e aprendizagem e os objetivos a serem alcançados.

Delizoicov e Angotti, (1990) destacam a importância da mediação do professor no desenvolvimento de uma sequência. Sua atuação deve oportunizar aos estudantes associações entre seus conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos, ou seja, os estudantes devem perceber que a construção de novos saberes passará a fazer parte de seu repertório cognitivo.

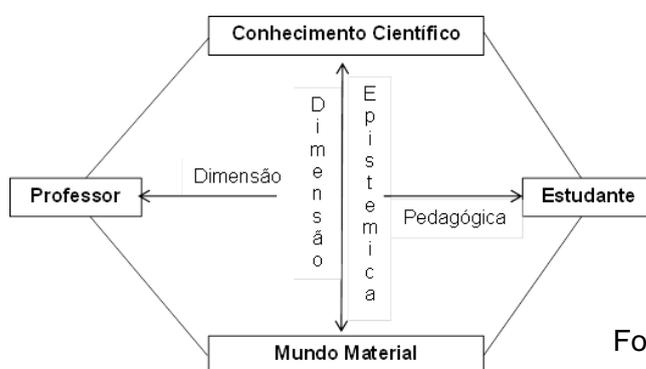
Para elaboração de sequências didáticas baseadas no ensino por investigação, Sasseron (2013) destaca que a atuação do professor deve levar o estudante a reconhecer seu papel de protagonista na construção do conhecimento

científico escolar, pretendendo que seja consolidado e ampliado ao longo das atividades da sequência.

De acordo com Sasseron (2013) uma sequência didática que se aproxima do ensino por investigação deve conter atividades que contemplem a formulação de hipóteses, realização de atividades de campo e experimentais; discussões e debates em grupos, resolução de problemas, visando alcançar os objetivos de ensino e aprendizagem da temática e/ou conteúdo a ser abordado.

Segundo Méheut (2005), uma sequência didática se constitui da integração entre quatro elementos: professor, conhecimento científico, estudante e o mundo material, representados através do losango didático a seguir (Figura 4).

Figura 4: Losango didático adaptado de Méheut



Fonte: Mourato; Simões Neto, 2015

Para essa autora, na fase de elaboração de uma sequência didática se faz necessário contemplar as dimensões epistêmica e pedagógica do conhecimento. A dimensão epistêmica está relacionada à articulação entre o conhecimento científico e o mundo real onde o estudante se insere, enquanto a dimensão pedagógica refere-se à presença de interação entre os estudantes e o conhecimento, estudante-estudante, estudantes-professor e estudantes-especialistas durante a realização das atividades propostas.

Nesse trabalho, a sequência será elaborada com base nos aspectos destacados por Carvalho (2018) e Sasseron (2013) na inclusão de elementos do Ensino por Investigação. Um dos elementos de partida é a elaboração de problemas, nesse sentido, o próximo tópico discorrerá sobre a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP).

2.9 Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP

A aprendizagem baseada na resolução de problemas contribuirá com elementos metodológicos para a elaboração dos problemas delineados para a sequência didática investigativa sobre Reação Química, uma vez que o ponto de partida do EPI são os problemas.

Segundo as Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), a Química contribui de forma significativa na formação do cidadão, tornando-o capaz de resolver problemas do seu cotidiano, bem como problemas de natureza escolar que necessitem de conhecimentos químicos associados aos aspectos tecnológicos, ambiental e social (BRASIL, 2000). Nesse contexto, a ABRP objetiva estimular os estudantes a desenvolverem autonomia para aprender conteúdos, procedimentos e atitudes, pautadas em seus conhecimentos prévios que serão aperfeiçoados durante o processo na resolução de problemas (BATINGA, 2010).

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma metodologia que tem apresentado potencialidades educativas para o ensino, no que se refere ao questionamento, à investigação e a apreensão de novos conceitos.

Para Escribano (2015), a ABRP é uma ferramenta didática que requer dos estudantes um envolvimento e compromisso com seu próprio aprendizado, uma vez que para a autora, são eles os responsáveis pela iniciativa a ser tomada na busca para solucionar ou propor solução aos problemas dispostos.

Barrows (1986) define a ABRP, como sendo “método de aprendizado baseado no princípio de usar problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos”. As características fundamentais do método são propostas pelo autor, como:

- A aprendizagem centrada no aluno;
- A aprendizagem se produz em pequenos grupos;
- Os professores são agentes facilitadores do processo;
- Os problemas são focos de organização e estímulos para a aprendizagem;
- Os problemas servem de veículos para o desenvolvimento de habilidades na resolução de outros problemas;

- As informações se adquirem através de uma aprendizagem autodirigida.

Na ABRP, Barrows (1986) propõe que o professor elabore problemas para os estudantes. Em seguida, eles são distribuídos em grupos de trabalho para interpretar e identificar o problema, discutir e elaborar hipóteses, investigar e propor solução ao problema.

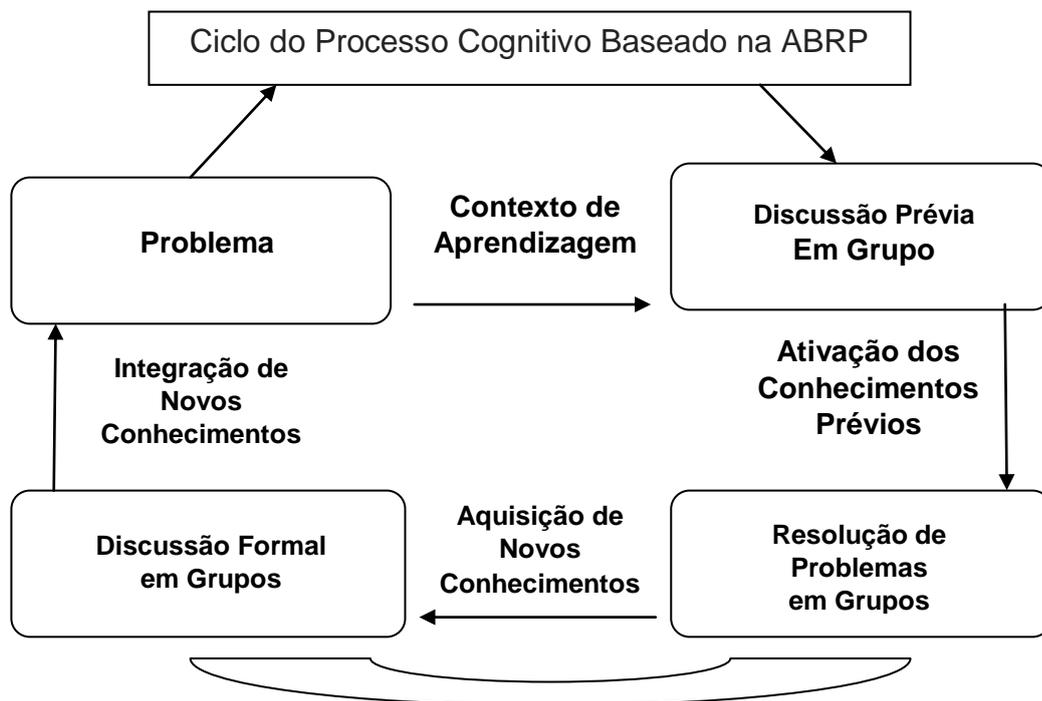
2.10 Elementos da metodologia ABRP

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) consiste em um método de ensino em que os estudantes se deparam inicialmente com um problema para resolver. A resolução é feita a partir de realização de atividades e pesquisas que darão suporte ao aprendizado de conhecimentos inseridos no enunciado do problema.

Para se desenvolver essa metodologia, o problema é apresentado aos estudantes antes das aulas expositivas, da realização de pesquisas, servindo como um incentivo para se despertar a necessidade do conhecer. Com a colaboração de um professor os estudantes em grupos se debruçam sobre o problema em estudo, visando a identificar e definir as informações que estão presentes no enunciado e as que não estão. Com isso inicia-se o processo de pesquisa e busca de informações e realização de atividades para buscar possíveis soluções para o problema.

Os elementos principais da ABRP são a formulação de problemas e as questões que podem ser exploradas e respondidas através de investigação sistemática das hipóteses propostas e da discussão dos conhecimentos aprendidos, por exemplo, na vivência de uma sequência didática (BARROWS, 1986). Ainda destacamos como outros elementos essenciais ao processo de resolução de problemas, a discussão e o debate; a análise dos problemas; das hipóteses; dos mecanismos e dos tópicos de aprendizagem que levam os estudantes a adquirir e aplicar, na prática, conhecimentos e habilidades de comunicação individual e coletiva para divulgação dos resultados de solução do problema. A figura 5 apresenta o ciclo do processo cognitivo da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, proposto por Escribano (2015).

Figura 5. Ciclo do Processo Cognitivo baseado na ABRP



Fonte Ciclo do Processo Cognitivo baseado na ABRP. Fonte: Escribano (2015).

É importante que os problemas não possam ser resolvidos facilmente à primeira leitura ou somente com as informações iniciais apresentadas no seu enunciado. O problema deve ser construído de forma que os estudantes explorem o que já sabem e evidenciem o que não sabem ou que não têm suficiente informação para buscar informações adicionais e realizar atividades que os ajudem na resolução do problema.

O professor pode auxiliar na busca de soluções para o problema sem ser a fonte primária de informações e sem contribuir diretamente para a sua solução. Nesse sentido, o processo de mediação é concretizado quando o professor cria/introduz um ambiente de aprendizagem favorável para que os estudantes sintam-se livres para expressar suas incertezas sobre os temas e/ou conteúdos abordados nos problemas. Esse ambiente pode ser concretizado a partir do desenvolvimento de sequências didáticas ancoradas no ensino por investigação.

2.11 O Papel do Estudante e do Professor na ABRP

Os estudantes, para obter proveito da metodologia ABRP, de acordo com Escribano (2015), devem estar atentos aos seguintes passos:

- Participação ativa no debate com os novos conhecimentos adquiridos a partir de atividades e pesquisas realizadas;
- Compartilhamento de materiais de aprendizagem pesquisados, bem como selecionar os mais importantes para estudo posterior;
- Contribuir para o desempenho positivo do grupo;
- Construir um esquema sobre dúvidas e conclusões acerca das questões e problemas abordados.

Destacam-se ainda atribuições dos estudantes na ABRP:

- 1) A experiência: que se transforma como recurso importante no processo de aprendizagem do estudante;
- 2) A predisposição para aprender onde o estudante se depara com os desafios e tarefas que estão relacionadas a seus conhecimentos prévios e ao seu papel na sociedade como cidadão em constante processo de formação;
- 3) Os fatores motivacionais que estão atrelados aos estímulos de natureza intrínsecas e extrínsecas do estudante no ambiente do qual está inserido.

Na ABRP, o papel mediador do professor é o de instigar com questões e problemas que levem à aquisição de novos conhecimentos os quais devem ser construídos e conectados aos já existentes.

Cabe também ao professor como mediador do processo ensino e aprendizagem ser um motivador incondicional, despertando o interesse do estudante pela proposta didática em sala de aula. O problema proposto deve desencadear situações que instiguem os estudantes ao aprendizado e que mobilize seus conhecimentos prévios.

Na ABRP, o professor precisa ouvir cuidadosamente e usar as perguntas feitas pelos estudantes para explorar e estimular o seu pensamento. Além disso, também auxiliar o grupo a aprofundar e ampliar o conhecimento, desenvolver habilidades de raciocínio, melhorar as habilidades de comunicação, adaptar

comportamentos e atitudes relacionais, bem como a desenvolver habilidades de auto-avaliação e de avaliação dos seus pares.

2.12 Vantagens e Desvantagens na aplicação da metodologia ABRP

Para Peixoto *et. al.* (2006), a aprendizagem baseada na resolução de problemas é a construção de um novo conhecimento estruturado a partir da discussão em grupo para o estudo e resolução de um problema. Essa metodologia é uma alternativa à metodologia expositiva tradicional que traz uma estrutura curricular rígida, com disciplinas que se distanciam uma das outras; em que ocorre o controle de presença dos estudantes e de um sistema de avaliação pré-formatado que são as provas.

A metodologia de ABRP permite ao estudante de forma individual ou em grupos, estudar os problemas, registrar observações na realização de atividades experimentais e pesquisa de campo, registrar dúvidas ou dificuldades e considerações, que serão expostas nas discussões em grupo e com o professor (CARVALHO, 2009).

Evidentemente, os grupos de estudo devem ter um quantitativo de estudantes que possibilite a interação entre eles para que a participação de cada um seja efetiva e a comunicação possa fluir bem. A ABRP também permite a interação entre disciplinas diferentes, por se apresentar como interdisciplinar, o que está de acordo com as orientações da Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2006) e com os parâmetros curriculares da educação básica vigente – PCN+ (BRASIL, 2002).

O estudante passa a ser o centro no processo de construção do conhecimento, deixando de se comportar como um receptor passivo de informações que são transmitidas pelo professor, como ocorre no modelo de ensino por transmissão-recepção.

Nesse trabalho, recorreremos aos elementos da ABRP, para estruturar uma SDI, especificamente na elaboração de problemas investigativos e contextualizados.

De acordo com Peixoto *et. al.* (2006), algumas vantagens foram evidenciadas na aplicação desta abordagem:

- Estimula diferentes tipos de aprendizagem entre os estudantes;

- Proporciona um aumento no senso de responsabilidade do estudante;
- Estimula o emprego da leitura, raciocínio lógico e a prática de discussões em grupo;
- Incentiva o estudante a investigar um problema de forma minuciosa na busca de soluções viáveis e possíveis;
- Estimula o desenvolvimento da prática do trabalho em grupo;
- Permite a interlocução das disciplinas e a troca de informações.

Por outro lado, alguns fatores podem causar desvantagens na aplicação da ABRP:

- O desinteresse na participação efetiva do estudante nas discussões;
- A facilidade no acesso a um conjunto de informações da internet que podem não ser fidedignas;
- Os desvios de atenção que podem ser gerados com acesso às informações;
- Os estudantes que não se engajam no processo tendem a não participar da construção de novos conhecimentos;

2.13 O estudo das Reações Químicas em diferentes contextos do cotidiano

A Química é uma área do conhecimento das ciências da natureza que se propõe a estudar a matéria, sua composição e estrutura, as transformações que ela sofre, bem como a energia envolvida nesses processos. Para Rosa (1996) a aplicabilidade dos conceitos abordados em Química é de extrema importância para a vida dos cidadãos, pois ela se faz presente na fabricação de fogos, na produção de energia, na corrosão de materiais e na indústria de produtos alimentícios entre outras.

Segundo Mol e Silva (1996) a química e sua aprendizagem devem proporcionar o entendimento dos fenômenos e transformações para que o estudante, de maneira fundamentada, possa utilizar esse conhecimento em sua tomada de decisão e interação com o meio social no qual está inserido.

Tratando, especificamente, das Reações Químicas, Ricardo Feltre ao discorrer acerca da combustão do carvão mineral, no nível macroscópico, diz que: “O fenômeno não é mais ‘passageiro’, isto é, depois de queimado, não é possível

recuperar o carvão inicial caracterizando a irreversibilidade do processo” (FELTRE, 2004, p.28). Vale destacar que existem reações químicas em que o processo de transformação ocorre nos dois sentidos da reação, até atingir o equilíbrio químico, caracterizando a reversibilidade do processo e que tal situação depende das condições de temperatura e pressão em que ocorre.

No nível microscópico Feltre afirma que: “Na reação química, as moléculas (ou aglomerados iônicos) iniciais são desmontadas e seus átomos são reorganizados para construir as moléculas (ou aglomerados iônicos) finais” (FELTRE, 2004, p. 205).

Para exemplificar a ideia proposta por Ricardo Feltre podemos citar a reação de combustão de hidrocarbonetos em que ocorre a formação de gás carbônico (CO_2) e água, e certa quantidade de energia liberada sob a forma de calor. Na equação que representa tal combustão observa-se que foram gerados dióxido de carbono e água: $\text{CH}_4 (\text{g}) + 2\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{vapor}) + \text{energia (calor)}$. Esse é um exemplo da dimensão representacional sobre o fenômeno da combustão em que o metano é completamente consumido na reação (FELTRE, 2004)

Marta Reis destaca o nível macroscópico quando afirma: “Dizemos que ocorre um fenômeno químico quando a transformação modifica a identidade da matéria. [...]”. Todo fenômeno químico é na verdade uma reação química. No nível microscópico afirma que: “A transformação ocorre apenas em nível de substância, isto é, os átomos das substâncias reagentes se reagrupam de uma nova maneira e assim formam as substâncias denominadas de produtos” (REIS, 2010, p. 177).

Exemplificando a proposição dessa autora, na queima do etanol obtém-se os produtos gás carbônico e água conforme equação: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{v})$, que corresponde à dimensão representacional da combustão ocorrida.

Para Vera Novaes ocorre reação química no nível macroscópico quando: “Transformação química ou reação química é o processo no qual se formam novas substâncias” (p.15), enquanto no nível microscópico a autora afirma que: “As reações químicas podem ser consideradas processos em que ocorrem união e separação de átomos” (NOVAES, 2013, p.31)

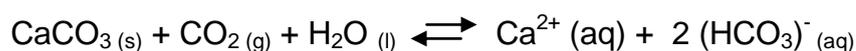
Atkins e Jones (2007) descrevem que uma reação química é o processo de mudança química; em outras palavras, ocorre a transformação de uma ou mais

substâncias em que os materiais iniciais são chamados de reagentes, enquanto as substâncias formadas são denominadas de produtos. Observa ainda que os produtos químicos mantidos em laboratórios são chamados de reagentes.

Para ilustrar tal proposição, exemplificamos com a reação do sódio metálico com água que quando postos em contato, ocorre uma reação química violenta entre o metal sódio e a água, com liberação do gás hidrogênio e formação do hidróxido de sódio que permanece em solução aquosa. Afirma ainda que os átomos não são criados e nem destruídos em uma reação química, eles mudam o modo como se combinam. A principal evidência da ocorrência de uma reação química em sistema fechado é de que não há mudança na massa total dos reagentes e produtos participantes da reação. A equação que representa a reação entre o metal sódio e a água líquida, a seguir, exemplifica tal afirmação (ATKINS; JONES, 2007).



Para Vogel (1981), a representação das reações químicas se dá a partir das equações químicas. Nestas, os reagentes ficam no primeiro termo da equação e os produtos ficam no segundo. Geralmente, esses termos não podem ser trocados. Este autor afirma que quando uma reação química atinge o equilíbrio caracterizando a reversibilidade do processo, devem-se utilizar as setas duplas, conforme exemplo de equação simplificada que representa a reação química a seguir:



Nas considerações propostas por Cotton e Wilkinson (1978), ao tratar de cinética química, a velocidade de uma reação química envolve, em geral, a investigação de sua dependência frente a dois fatores: a concentração ou a pressão no caso de um gás, de cada reagente, e as condições em que ocorre a reação química envolvendo a temperatura, polaridade do solvente, impurezas catalíticas, exposição à luz. Estes autores também destacam que numa reação química, “em sua representação através das equações, torna-se importante indicar o estado físico (de agregação) de cada reagente, se sólido (s), líquido (l) ou gasoso (g)” (COTTON; WILKINSON, 1978, p.16)

Nas considerações propostas por Castellan (1984) as transformações químicas são representadas por equações químicas como um modelo abreviado de descrever o fenômeno. As substâncias do lado esquerdo da equação são chamadas de reagentes e as do lado direito de produtos. É importante lembrar que as substâncias envolvidas no processo reacional precisam ser balanceadas para garantir e representar a Lei de conservação das massas envolvidas na reação.

Observa-se que os conceitos apresentados por vários autores de livros didáticos do ensino médio e livros adotados no ensino superior, sobre reação química, buscam expressar uma forma mais didática para explicar esse fenômeno, razão pela qual o livro didático não deve ser a única fonte de consulta e de recurso para estudantes e professores.

Por outro lado, a química é uma disciplina que envolve cálculos e raciocínio lógico para interpretação dos fenômenos a serem estudados. Por isso, muitos estudantes do ensino médio geralmente demonstram aversão ao estudo da química, situação esta que é identificada muitas vezes pelo baixo desempenho observado nas avaliações de química e pela falta de interesse dos estudantes durante o ano letivo.

Outros fatores como a desmotivação do professor, a infraestrutura inadequada da escola para a realização de atividades que envolvam diversos recursos didáticos, ausência de laboratório para execução de atividades experimentais, e muitas vezes o livro didático adotado pela escola, entre outros, colaboram com nosso ponto de vista, em relação às dificuldades encontradas para o estudo da química no ambiente escolar.

Rosa (1996) enfatiza em discussões com seus estudantes na construção dos conceitos sobre transformação química, à luz de uma abordagem construtivista que, usualmente, as ideias dos estudantes sobre transformações químicas são bastante distintas daquelas cientificamente aceitas e que, por serem conhecimentos adquiridos na vivência cotidiana do estudante, dificultam a construção de novos conhecimentos com amparo científico.

Diante desse contexto, recorreremos nesse estudo à metodologia de ensino por investigação na qual o estudante pode atuar como protagonista da construção de seu conhecimento e o professor como mediador desse processo de construção, com

o objetivo de implementar uma proposta didática da química que possibilite ao estudante uma aprendizagem significativa e que faça sentido para ele (FILGUEIRAS, 2004).

Geralmente, os estudantes se deparam diariamente com processos químicos, entretanto, não os reconhecem e nem se dão conta da importância desse fenômeno para vida. Podemos citar, por exemplo, a química na cozinha, em que algumas substâncias como sal, açúcar, vinagre, temperos, entre outros, são empregados no processo de preparação e/ou de cozimento de alimentos com objetivo de obter novos sabores, aromas e texturas mais agradáveis ao paladar.

Para Wolke (2003, p.219) “a aplicação de calor aos alimentos provoca reações químicas, resultando em mudanças químicas que se esperam enfatizar o sabor, a textura e a digestão dos alimentos.” É importante ressaltar que no processo de preparação do alimento é necessário saber que ingredientes, nesse caso, os reagentes, devem ser utilizados e quais as proporções a serem usadas para obtenção do resultado desejado.

Ornellas (2008, p. 56) define cocção do alimento como “a aplicação de calor que emana de uma fonte de produção de calor e se transmite ao alimento”. A transmissão do calor pode ocorrer de três formas: convecção, em que o calor se transmite por transporte de matéria como ocorre na ebulição dos líquidos; por condução, processo em que o calor se transmite pelo contato entre as moléculas, ou seja, entre átomos e/ou moléculas vizinhas devido a diferença de temperatura entre elas e, por irradiação, em que o calor se transmite por ondas eletromagnéticas.

Independente da forma de transmissão do calor na preparação do alimento, a fonte de calor exerce um papel importantíssimo uma vez que ela deve ser definida de acordo com a preparação do alimento e dos cuidados que se deve ter na realização do processo para obtenção do melhor tempo de preparação, do cozimento, do custo, do rendimento da reação e do impacto ambiental a ser causado na realização do processo.

Fontes como combustão do álcool, querosene, carvão, lenha, gás butano, eletricidade, etc., podem ser empregadas no processo de cozimento dos alimentos, porém, se deve considerar o rendimento e custo de operação, os resíduos gerados

no processo de combustão, tais como: a fuligem gerada na combustão incompleta; a toxicidade dos resíduos e a poluição ambiental causada pela liberação de gases.

Segundo Wolke (2003, p.220), o calor úmido e o calor seco, são dois processos básicos aplicados na cocção de alimentos. O primeiro tem a função de hidratar o alimento fazendo uso da água de ebulição, da fervura a fogo lento, da cocção a vapor e da cocção a vapor sob pressão. Já no caso de calor a seco temos a ação de desidratação do alimento como aquecimento em grelhas e churrasqueiras, confinado em forno, frituras e aquecimento em micro-ondas.

No caso da cocção a calor úmido a dissolução será tanto maior quanto for a quantidade de água usada no processo, bem como do tempo de cocção do alimento. Existem alimentos que por sua consistência necessitam de um maior tempo de cozimento, implicando em uma quantidade maior de água no processo. Este fator se evidencia quando o alimento é macio ou facilmente cortado, devendo ser colocado na água quando em ebulição para preservar ou reduzir a perda de vitaminas hidrossolúveis que passam para o meio de cocção.

Outro fator de relevância a ser considerado é que neste processo, os alimentos que contêm amido, como no caso das leguminosas, massas e cereais, aumentam de 2 a 3 vezes em relação a seu volume inicial tendo em vista que os mesmos absorvem certo volume da água de cozimento, porém, carnes e alimentos de proteína animal sofrem retração das fibras musculares diminuindo seu volume.

A cocção por calor a seco tende a preservar o gosto do alimento uma vez que o processo favorece a concentração das substâncias extrativas e neste caso é necessário o controle da temperatura e do tempo de exposição ao calor para evitar a desidratação acentuada do alimento (WOLKE, 2003, p.221).

Muito embora na cozinha de nossas residências com frequência a cocção dos alimentos aconteça diariamente, seja na panela de pressão, seja no forno micro-ondas, em frigideiras, entre outros utensílios, as reações químicas, os reagentes utilizados como ingredientes e os produtos obtidos, são atividades realizadas de forma sistemática e rotineira, sem que possamos parar para refletir sobre a magnitude do processo de preparação, dando ênfase ao produto final que iremos degustar.

O chamado processo de cocção no banho-maria (WOLKE, 2005, p.300-301) é uma forma de preparação do alimento que favorece de maneira uniforme a distribuição do calor em todas as áreas de contato do alimento, pois quando a água utilizada na preparação atinge o seu ponto de ebulição o calor tende a ser distribuído em toda superfície de contato, aquecendo igualmente o alimento.

Entre as técnicas de preparação dos alimentos, enfatiza-se a utilização e o emprego de fornos eletrônicos no qual o alimento é submetido a micro-ondas, e o calor penetra de forma muito rápida no alimento realizando o seu cozimento em pouco tempo de exposição do mesmo à radiação. Neste caso, tanto na cocção como no aquecimento dos alimentos suas vitaminas são mais preservadas do que em outras técnicas (WOLKE, 2005, p.300).

Evidentemente, para cada processo de cocção do alimento seja ele por calor úmido ou a seco, o utensílio na qual o alimento esteja condicionado, deve ser apropriado ao processo, objetivando a segurança de quem o manipula, bem como do resultado que se espera na preparação do alimento.

As reações ou transformações químicas podem ocorrer pela exposição das substâncias ao calor, pela ação da luz, ação mecânica, corrente elétrica ou pela junção de substâncias.

Por fim, na elaboração da sequência didática, iremos planejar experimentos tais como: a oxidação da maçã sem casca quando exposta ao oxigênio do ar atmosférico e o processo de retardo da oxidação da substância presente na maçã, com o uso do suco de limão, bicarbonato sódio e vinagre, a exposição da casca do ovo quando imerso no vinagre, a fermentação do pão, e ainda, a dissolução de pastilhas antiácidos efervescentes, onde os estudantes deverão observar e registrar fenômenos ocorridos no desenvolvimento da experimentação.

Nesse contexto cabe destacar que quando se fala na construção do conhecimento químico pode-se fazer referência aos seus níveis/dimensões fenomenológica, atômica e molecular e representacional.

Parece ser consenso entre os pesquisadores que a manifestação de concepções dos estudantes afastadas da visão cientificamente aceita torna-se acentuada devido à ausência de discussões sobre ciência nas aulas, à ênfase na visão empirista do conhecimento e à falta de relacionamento explícito entre os níveis

micro e macroscópico do conhecimento químico em processos de ensino tradicionais (ROSA; SCHNETZLER, 1998, p. 33)

Mortimer, Machado e Romanelli (2000), evidenciam que o aspecto representacional consiste no maior problema para o ensino da química, pois o modo como esta dimensão é abordada nas aulas de Química acaba produzindo uma visão estática das transformações sofridas pela matéria e possibilitando aos estudantes a memorização de modelos teóricos, fórmulas e a crença de que o nível representacional é a única maneira de representar o que ocorre em certo fenômeno.

Nesse sentido, é importante que os professores se apropriem de ações e estratégias que permitam uma livre movimentação entre os três níveis de conhecimento químico discutidos na sala de aula. Então, o professor se vê diante de um grande desafio, o de oportunizar aos estudantes se movimentarem entre os três níveis de conhecimento, usando a linguagem adequada para cada conceito abordado. Isso não é tarefa fácil.

Para Melo (2015) o professor precisa se apropriar de estratégias adequadas para alcançar esse objetivo. Uma das estratégias que estamos propondo nesse estudo é a do ensino por investigação, o qual poderá oferecer aos estudantes condição para que eles aprendam a mobilizar os três níveis de conhecimento e transitar entre eles de forma integrada na resolução de problemas e participação em experimentos investigativos.

Entretanto, essa movimentação não se dará de forma natural pelos estudantes, uma vez que eles precisam reconhecer e aprender de forma clara e concisa o significado real sobre essas três dimensões, conforme apontam Rosa e Schnetzler (1998).

Diante do exposto buscaremos contemplar as três dimensões do conhecimento químico, nas atividades propostas na sequência didática sobre Reação Química, com base no ensino por investigação: macroscópico (fenomenológico) aqueles fenômenos que são possíveis observar, medir, pesar, comparar através dos sentidos humanos e de instrumentos; submicroscópicos (teóricos) que são as entidades racionais: átomo, moléculas, íons que buscam explicar através das teorias propostas os fenômenos macroscópicos e o nível simbólico (representacional) que corresponde à linguagem sofisticada da química

para representar as equações, fórmulas e reações (ROSA; SCHNETZLER, 1998; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

3 CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Este estudo se aproxima da pesquisa qualitativa do tipo “desenvolvimento”, que segundo Barbosa e Oliveira (2015) “é uma modalidade de investigação que gera um produto (por exemplo, um material didático) para dar conta de um problema”. O presente estudo centra-se na metodologia de ensino adotada para a abordagem de reação química, em especial, no desenvolvimento de uma sequência didática investigativa (SDI) para abordar este conteúdo. A ideia da SDI surgiu da observação das dificuldades de aprendizagem dos estudantes sobre este conceito na minha prática docente e a partir dos resultados de pesquisas na área de ensino de química que discorrem sobre este tema.

Uma pesquisa com uma abordagem qualitativa trabalha com a descrição dos dados coletados e visa interpretá-los com a finalidade de compreender o objeto de estudo investigado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Consideramos que o planejamento e desenvolvimento de uma sequência didática investigativa (SDI) para o ensino de reação química pode possibilitar a motivação e interesse dos estudantes para a construção do conhecimento químico a partir da realização de atividades investigativas no contexto escolar, que envolvem a resolução de problemas articulada à experimentação.

3.1 Contexto e Participantes da Pesquisa

A sequência foi delineada para ser desenvolvida em turmas do 3º ano, devido à complexidade dos problemas propostos para abordar o conteúdo de Reação Química durante aulas desta disciplina, no Ensino Médio, em escolas das redes pública e privada.

A seguir apresentamos as etapas que envolvem o planejamento da SDI para uma abordagem sobre Reações Químicas em diferentes contextos do cotidiano.

3.2 Planejamento da Sequência Didática Investigativa (SDI)

A etapa de elaboração da sequência didática investigativa (SDI) foi realizada com base nos pressupostos destacados por Carvalho (2018) e Sasseron (2017). Foram propostos cinco momentos, envolvendo nove aulas de 50 (cinquenta) minutos cada. Todos os momentos são constituídos de duas aulas geminadas, com exceção do quinto que se refere à nona aula.

Características específicas do Ensino por Investigação, descritos nas seguintes etapas: apresentação do problema (Momento 1), valorização de debates e discussões e mobilização de conceitos científicos (Momento 2), identificação e avaliação de evidências, elaboração de hipóteses e diversas interpretações relativas ao fenômeno observado (Momentos 3 e 4), e a comunicação dos resultados (Momento 5) foram consideradas nas etapas de elaboração da SDI (CARVALHO, 2018; SASSERON, 2017).

Buscou-se, na elaboração do enunciado dos problemas para a SDI, considerar os três níveis do conhecimento químico: o fenomenológico, no qual o estudante poderá entrar em contato direto por meio da realização dos experimentos no laboratório, articulados à resolução de problemas. Nessa atividade, os estudantes podem manipular materiais e realizar observações sobre o fenômeno ocorrido nos experimentos. O nível microscópico, através dos debates envolvendo os diferentes conceitos trabalhados na sequência e o representacional, no qual os estudantes buscam representar as diferentes reações químicas ocorridas nos experimentos proposto (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Para Vasconcelos e Almeida (2012) na elaboração e aplicação de problemas, segundo a ABRP, para uma SDI deve ser contemplados elementos, como: apresentação de um problema fictício ou real, utilização de atividades e recursos didáticos que ajudem os estudantes na apropriação dos conteúdos inseridos no problema, a promoção do trabalho colaborativo e participativo; a identificação das necessidades de aprendizagem do estudante (pelo levantamento de concepções prévias), a aprendizagem construída a partir da resolução do problema e a avaliação processual relativa à construção do conhecimento científico escolar.

O quadro 2 apresenta alguns destes elementos que foram contemplados nos momentos previstos para a SDI (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012):

Quadro 2: Elementos da ABRP considerados na elaboração da SDI

Elementos	Momentos
Apresentação do Problema Proposto P	Momento 1: cenário do problema (atividade com apresentação das imagens e resolução de P para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes)
Realização de atividades que subsidiarão a elaboração de hipóteses e construção de conceitos inseridos no problema	Momentos 2 e 3: aula expositiva dialogada, realização de experimentos articulados a problemas e comunicação dos resultados da resolução destes problemas
Promoção do trabalho colaborativo	Momentos 1, 2 e 3 através de atividades em grupo, promovendo a interação e participação de todos os estudantes.
Identificação das necessidades de aprendizagem do estudante	Ao longo de todo processo, principalmente no momento 1, quando faz-se a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo abordado.
Avaliação nas Atividades da SDI	Em todas as atividades da SDI, ocasião em que os estudantes terão a oportunidade de expressar os conhecimentos construídos.

A seguir, apresentamos o delineamento de cada momento da SDI sobre Reação Química.

3.3 Desenvolvimento da Sequência Didática Investigativa

3.3.1 Primeiro Momento (aulas nº 1 e nº 2): Introdução e problematização sobre Reação Química

No primeiro momento, objetiva-se identificar as concepções dos estudantes do 3º ano do ensino médio sobre Reação Química a partir da resolução do problema (P), que foca em uma abordagem conceitual e contextual do conhecimento químico escolar. A escolha por turmas do terceiro ano deve-se ao fato de que em algumas reações químicas propostas na SDI envolvem funções orgânicas. O quadro 3 apresenta o problema P que será resolvido pelos estudantes em grupos, partindo da elaboração de hipóteses, com base em seus conhecimentos prévios. O critério

adotado para formação dos grupos pode ser de acordo com o interesse e afinidade entre os estudantes da turma. Para esta sequência, cada grupo formado tem a participação de cinco estudantes e foram denominados de G1 a G8 uma vez que a turma participante da SDI é constituída de 40 (quarenta) estudantes.

Quadro 3: Enunciado do Problema (P)

Problema (P): Muitas das atividades que realizamos diariamente, por exemplo, na cozinha de nossa casa são permeadas por fenômenos físicos e químicos. Observando alguns aspectos inerentes ao cozimento dos alimentos, como o preparo do feijão, da carne, de ovos, pense e responda as questões. Para isso, use a linguagem e representação do conhecimento químico.

QA) É observado algum tipo de transformação nos alimentos, durante seu cozimento? Se sim, há formação de novas substâncias? Se sim, escolha um alimento e descreva as transformações ocorridas no seu processo de cozimento.

QB) Descreva exemplos de transformações que acontecem nos contextos: A) Na dissolução de um comprimido efervescente de sais de frutas em água, B) Ao descascar maçãs para preparar salada de fruta, C) No cozimento de ovos, D) Na preparação da massa de pão, E) Na formação da ferrugem e F) Ao acender a chama da boca do fogão. Fonte: Autores (2019)

Esse momento será realizado em duas aulas de 50 (cinquenta) minutos cada.

No quadro 4 apresenta-se possível espelho de resposta para o problema (P).

Quadro 4: Espelho de respostas para o Problema (P)

QA) Sim, pois se observa mudança na consistência do alimento quando sujeito à aplicação do calor (cocção do alimento) que pode ser visualizado na dimensão macroscópica ou fenomenológica (WOLKE, 2005).

O estudante descreverá as reações químicas ocorridas no cozimento de um alimento conforme sua escolha, usando a representação da linguagem química.

QB) A) Na dissolução de um comprimido antiácido efervescente de sais de frutas em água $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{H}^+_{(\text{aq})} = \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ (MAHAN, 2002)

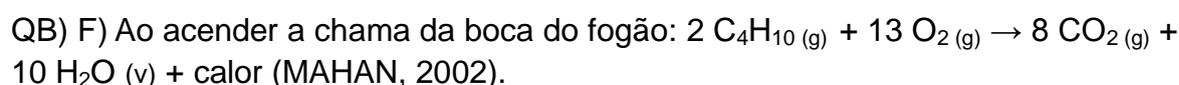
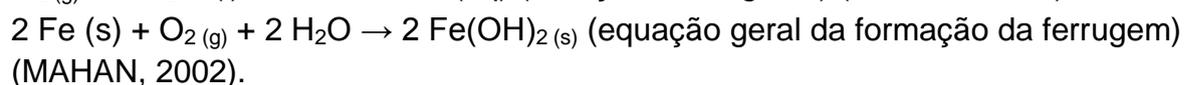
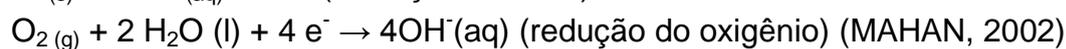
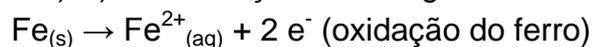
QB) B) Ao descascar maçãs para preparar salada de fruta: Não ocorre oxidação da maçã devido à presença de frutas cítricas como limão, laranja, etc. A acidez do limão desnatura as proteínas da maçã (ATKINS, 2007)

QB) C) No cozimento de ovos ocorre a desnaturação da albumina presente na clara do ovo, provocando a cor esbranquiçada de consistência sólida devido a ação do calor (WOLKE, 2005).

QB) D) Na preparação da massa de pão. Ocorre em duas etapas. A 1ª pela ação

da sacarase, enzima que converte a sacarose na presença de água em glicose e frutose. Na 2ª etapa, a glicose e a frutose sofrem ação da zimase (complexo de enzimas) que produzem a fermentação alcoólica produzindo o álcool etílico e o gás carbônico (ATKINS; JONES, 2007).

QB) E) Na formação da ferrugem:



Fonte: Autores (2019)

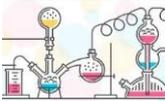
A atividade de análise de imagens e discussão das questões visa a introduzir e problematizar o conceito de reação química, identificar necessidades de aprendizagens e dar aos estudantes oportunidades para interagir com os demais colegas, considerando seus conhecimentos prévios. Evidentemente, a escolha das imagens dependerá do interesse e da iniciativa de cada grupo por sua escolha considerando a experiência de cada membro do grupo.

Com os grupos formados serão apresentadas oito imagens contendo situações que podem envolver ou não uma reação química. Cada grupo fará a escolha pela imagem que mais se identificar. Para Bruzzo (2004), o uso de imagens e fotografias como recurso didático pode se constituir como uma ferramenta importante no processo ensino e aprendizagem, facilitando a compreensão dos conteúdos propostos a partir da leitura imagética.

Posteriormente, cada grupo deverá responder as questões: Descreva que tipo de fenômeno você pode identificar em cada situação apresentada na imagem escolhida pelo grupo. Para você quais são os tipos de fenômenos observados? Nas imagens observadas há formação de novas substâncias? Se sim justifique sua resposta, utilizando a linguagem química para representar o fenômeno ocorrido.

Após a análise das imagens e respostas alusivas as questões, cada grupo pode socializar suas considerações, com a mediação e sistematização do professor. Apresentamos a seguir as imagens que serão trabalhadas pelos estudantes (Quadro 5).

Quadro 5: Imagens socializadas com os estudantes

Imagens	Fonte de pesquisa
	Ovo frito Fonte: http://farm3.static.flickr.com . Acesso: 10/06/2019
	Oxidação da maçã Fonte: disponível em: https://novaescola.org.br/conteudo/2076/as-transformacoes-quimicas-dos-alimentos . Acesso: 10/06/2019
	Chama do fogão de cozinha Fonte: Disponível em: https://www.canstockphoto.com.br/fog%C3%A3o-fogo-g%C3%A1s-33274257.html . Acesso: 10/06/2019
	Pastilha efervescente. Fonte: https://blogdequimica2014.blogspot.com/2019/04/velocidade-das-reacoes-quimicas.html . Acesso: 10/06/2019
	Churrasco. Fonte: disponível em https://revistaquem.globo.com/viagem-e-comida/noticia/2020/04/dicas-de-como-preparar-churrasco-em-casa-mesmo-sem-varanda-gourmet.html . Acesso: 10/06/2019
	Ferrugem. Fonte: http://www.cepolina.com/imagemgratis/f/Outros.objectos.ciaancia/Chain02.ferrugem.velha.jpg Acesso: 10/06/2019
	Fonte: https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjRqpSij3kAhVDKlKGHUCHAZcQMwikAShJMEk&url=https%3A%2F%2Fwww.multiplaescolha.com.br%2Fque-sao-reacoes-quimicas . Acesso: 10/06/2019
	Fonte: https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjRqpSij3kAhVDKlKGHUCHAZcQMwikAShJMEk&url=https%3A%2F%2Fwww.multiplaescolha.com.br%2Fque-sao-reacoes-quimicas . Acesso: 10/06/2019

Em seguida, o professor fará a exibição dos vídeos de curta duração que tratam de reações químicas ocorridas em diferentes contextos: vídeo 1 <https://www.youtube.com/watch?v=dXNsiY2gMYI> que versa sobre reações químicas. O vídeo 2 <https://www.youtube.com/watch?v=mcil5iuHJSY> que trata da reação de oxidação

da maçã e o vídeo 3 <https://www.youtube.com/watch?v=SQFdGVDFE2Y> que trata sobre a fermentação do pão e solicitará a participação dos estudantes com a elaboração de perguntas e comentários.

3.3.2 Segundo Momento (aulas nº 3 e nº 4): Construção dialogada sobre o conceito de Reação Química

Nesse momento, o professor solicitará aos grupos a leitura do texto “Reações Químicas no Cotidiano”, seguida de um debate com a turma. Fonte: (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28757> Acesso: 12/08/2019).

Dando continuidade, o professor fará uma exposição dialogada sobre reação química em diferentes contextos, discutindo sua conceituação, tipos de reação química, suas características, representação de reações químicas, usando equações e os fatores que interferem na ocorrência de uma reação. Esse momento será finalizado com perguntas e comentários feitos pelos alunos sobre o conteúdo trabalhado.

3.3.3 Terceiro Momento (aulas nº 5 e nº 6): Atividade experimental sobre Reação Química

Nesse momento, os estudantes participarão de uma atividade experimental no laboratório, com duração de duas aulas geminadas de 50 (cinquenta) minutos cada. Inicialmente os alunos farão a leitura dos roteiros experimentais, que constam do problema, materiais e procedimentos adotados. O professor esclarecerá possíveis dúvidas que surgirem e discorrerá sobre a necessidade de cumprir as normas de segurança no espaço do laboratório. Os estudantes, em grupos, realizarão quatro experimentos seguindo as orientações a seguir:

1° Experimento: Para os grupos (G1 e G5):

Os dois grupos devem ler e analisar o problema PE1, procurando elaborar hipóteses e buscar respostas, durante a realização do experimento. Além disso, os grupos podem realizar pesquisas na internet, em artigos e/ou livros.

Quadro 6: Problema Experimental 1 (PE1)

A maçã é uma fruta muito indicada para quem quer começar uma dieta. Suas fibras ajudam a dar a sensação de saciedade. A casca, por exemplo, possui fibras que não são digeridas tão rapidamente e, por isso, ficam no estômago por mais tempo. Após realizar o experimento e realizar pesquisas, responda as questões: Q1) O que acontece com a maçã sem casca quando exposta ao ar? Q2) O que acontece com a maçã sem casca quando em contato com o suco de limão, ou com o bicarbonato de sódio ou com o vinagre? Q3) Há formação de novas substâncias quando a maçã sem casca entra em contato com o suco de limão, ou com o bicarbonato de sódio, ou com o vinagre, ou com o oxigênio do ar? Q4) Ocorre diferença no tempo de modificação da aparência da maçã sem casca em cada prato observado durante 20 minutos? Proponha respostas para cada pergunta, usando a linguagem e o conhecimento da química. Fonte: Autores (2019)

No quadro 7, apresenta-se possível espelho de resposta para o problema (PE1).

Quadro 7: Espelho de respostas para o Problema Experimental 1 (PE1)

PE1) Q1) Observa-se o escurecimento da maçã (ATKINS; JONES, 2007).
PE1) Q2) No prato da maçã sem casca com limão e no prato da maçã sem casca com o vinagre não se observa mudança na cor, porém, no prato da maçã sem casca com o bicarbonato observa-se o escurecimento da maçã (ATKINS; JONES, 2006).
PE1 Q3) Escurecimento enzimático: $C_6H_5OH + O_2 + 3H^+ = C_6H_5(OH)_2 + H_2O$ (MAHAN, 2002)
Ex.: Por exemplo, No caso da maçã sem casca em contato com o ar, o escurecimento desta se dá porque a polpa da fruta possui substâncias chamadas polifenóis que são antioxidantes. Os polifenóis, quando em contato com o oxigênio do ar, reagem, produzindo uma reação muito rápida que é catalisada pela enzima polifenoloxidase. Dessa reação surgem dois produtos (novas substâncias), a água e a benzoquinona ($C_6H_4O_2$) (MAHAN, 2002).

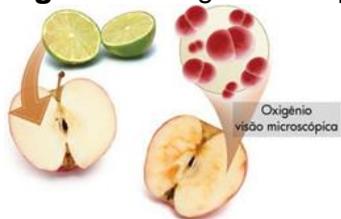
PE1) Q4) É possível constatar que durante os 20 primeiros minutos de observação, nos pratos onde foram adicionados o suco de limão e do vinagre, não ocorre oxidação da maçã sem casca, ao passo que nos pratos onde há incidência do ar ambiente (que contém o $O_2(g)$) e do bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) a maçã escurece mais rapidamente devido a desnaturação das proteínas presentes nela. (MAHAN, 2002).

Fonte: Autores (2019)

Quantidade de Materiais

- 4 (quatro) Maçãs;
- 5 (cinco) Limões;
- 2 (duas) garrafas de Vinagre de 500 mL (cada);
- Bicarbonato de sódio em pó;
- 8 (oito) pratos rasos;
- 2 (duas) Caneta;
- Fita adesiva.
- Papel pautado ou ofício

Figura 6: Imagem do Experimento 1 (PE1)



Fonte: disponível em:
<https://novaescola.org.br/conteudo/2076/as-transformacoes-quimicas-dos-alimentos>. Acesso: 10/06/2019

Procedimento:

Para responder ao problema PE1, cada grupo deverá numerar quatro pratos rasos e descartáveis com fita adesiva e usar a caneta para identificar, respectivamente, cada prato com os nomes limão, vinagre, bicarbonato de sódio e sem adição. Cortar duas maçãs ao meio e colocá-las em cada prato numerado e identificado. No primeiro prato deve-se gotejar suco de limão sobre o pedaço da maçã. No segundo, colocar algumas gotas de vinagre. No terceiro prato adicionar o bicarbonato de sódio em pó e espalhar por toda a superfície da maçã. No quarto prato deixar a quarta parte da maçã exposta à ação do ambiente. Cada grupo deve cronometrar o tempo em que houve ou não modificação da aparência (textura e cor da maçã) em cada prato. Anotar na tabela 1, o que observaram sobre a aparência

da maçã em cada prato.

Tabela 1: Anotações do Experimento 1 (PE1)

Tempo	Substância adicionada	Aparência	Temperatura

Observações importantes: Ao dividir a maçã, o tempo computado será 0 (zero). Em relação à temperatura, basta identificar se o dia está quente, muito quente, agradável ou frio. Na tabela deverão ser preenchidas as observações para cada pedaço de maçã. Anote qualquer mudança na aparência de cada parte da maçã no instante que forem feitas as adições de suco de limão, vinagre, solução de bicarbonato e sem adição. Ao final do experimento 1 entregue as anotações feitas na tabela 1 e a resolução do problema (PE1) (quadro 6) ao professor.

2º Experimento: Para os grupos (G2 e G6):

Os grupos G2 e G6 deverão ler, discutir e elaborar hipóteses a fim de buscar responder o Problema Experimental 2 (PE2) (quadro 8):

Quadro 8: Problema Experimental 2 (PE2)

O ovo é um alimento que contém várias substâncias como as vitaminas A, do complexo B, E, K, D, Zinco, Ferro e Selênio que atuam como antioxidantes e auxiliam na prevenção do envelhecimento precoce das células do nosso corpo. A casca do ovo é constituída por um composto químico chamado carbonato de cálcio. Diante desse enunciado responda as questões: Q1) Descrever o que ocorre durante o processo em que foi adicionado o vinagre ao ovo dentro do recipiente. Q2) Quais fatores podem influenciar na modificação da aparência da casca do ovo? Explique sua resposta. Q3) Há formação de novas substâncias durante o processo? Se sim, justifique sua resposta, usando a linguagem e o conhecimento da química. Fonte: Autores,(2019)

No quadro 9, apresenta-se possível espelho de resposta para o problema (PE2).

Quadro 9: Espelho de respostas para o Problema Experimental 2 (PE2)

PE2) O ovo é um alimento que contém várias substâncias como as vitaminas A, que ajuda a prevenir doenças oculares, do complexo B, E, K, D, Zinco, Ferro e Selênio que atuam como antioxidantes e auxiliam na prevenção do envelhecimento precoce das células do nosso corpo. A casca do ovo é constituída por um composto químico chamado carbonato de cálcio. Após realizar o experimento o estudante deverá ser capaz de responder:

Questões	Espelho de resposta
Q1. Descreva o que ocorre durante o contato da casca do ovo com o vinagre.	Durante o contato pode ser observado o surgimento de pequenas bolhas e alguma mudança de características da casca do ovo quando ele entra em contato com o vinagre. (WOLKE, 2005)
Q2. Quais fatores podem influenciar na modificação da aparência da casca do ovo durante o experimento? Explique sua resposta.	A formação de bolhas deve-se ao fato da ocorrência de uma reação química entre o carbonato de cálcio presente na casca do ovo e ácido acético (vinagre) (FELTRE, 2005)
Q3. Há formação de novas substâncias? Se sim, justifique sua resposta, usando a linguagem e o conhecimento da química.	A reação química entre a casca do ovo e o vinagre ocorre com liberação de CO ₂ justificando o surgimento de bolhas conforme a equação química a seguir: $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}\uparrow$ (FELTRE, 2005)

Quantidade de materiais:

- 2 (dois) ovos de galinha (cru)
- 2 (dois) recipientes de vidro transparente de aproximadamente 250 mL
- 2 (duas) garrafas de vinagre de 500 mL cada.

Figura 7: Imagem do Experimento 2 (PE2)



Fonte: <https://www.curioso.blog.br/post/veja-ovo-submerso-vinagre/> Acesso em 16/06/2019

Procedimento:

Inicialmente cada grupo deverá utilizar um recipiente de vidro transparente, por exemplo, um béquer de 250 mL e colocar um ovo cru. Em seguida deverá preencher o béquer com vinagre até cobrir totalmente o ovo. Deverá-se observar se há ocorrência de qualquer alteração no momento em que for adicionado o vinagre. Em caso positivo, deve-se cronometrar o tempo em que se observam quaisquer

alterações. Os estudantes deverão descrever numa ficha os diferentes aspectos observados na aparência e textura da casca do ovo cru. Após a realização do experimento 2 os grupos devem entregar ao professor a ficha com as anotações das observações e a resolução do PE2 (Quadro 10).

3º Experimento: Para os grupos (G3 e G7)

Inicialmente, os grupos G2 e G6 deverão ler, discutir e elaborar hipóteses, como resposta ao Problema Experimental 3 (PE3) (quadro 9):

Quadro 10: Problema Experimental 3 (PE3)

O Pão é um alimento rico em carboidrato. Seu preparo utiliza ingredientes básicos como farinha de trigo, açúcar, água, sal e fermento. Para o bom funcionamento do nosso organismo, 50 a 60% das calorias que necessitamos devem vir da ingestão de carboidratos. Após realizar o experimento pense e responda: Q1) Observe e descreva as características macroscópicas de cada massa de pão. Q2) Para você houve formação de novas substâncias no preparo das massas? Se sim, use a linguagem e o conhecimento da química para justificar o processo de formação de novas substâncias.

representar o processo de formação de novas substâncias. Fonte: Autores (2019)

No quadro 11, apresenta-se possível espelho de resposta para o problema (PE3).

Quadro 11: Espelho de respostas para o Problema Experimental 3 (PE3)

PE3) O Pão é um alimento rico em carboidrato. Seu preparo utiliza ingredientes básicos como farinha de trigo, açúcar, água, sal e fermento. Para o bom funcionamento do nosso organismo, 50 a 60% das calorias que necessitamos devem vir da ingestão de carboidratos. Após realizar o experimento pense e responda:

Questões	Espelho de resposta
Q1. Observe e descreva as características macroscópicas de cada massa de pão.	Observa-se que após o tempo de descanso das massas, aquela que contém fermento apresenta volume e cheiro devido à fermentação enquanto que a outra permanece do mesmo jeito (WOLKE, 2005).
Q2. Para você houve formação de novas substâncias no	Sim, observa-se que quando a massa é deixada em repouso após seu amassamento, as leveduras realizam uma reação química denominada de fermentação. Durante a fermentação, os carboidratos presentes na massa como, por

<p>preparo das massas? Se sim, use a linguagem e o conhecimento da química.</p>	<p>exemplo, a glicose, são convertidos em gás carbônico (CO₂) e etanol (álcool). Por sua vez, o CO₂ ao ser produzido escapa para o ambiente. Como o pão apresenta uma rede de proteínas na massa (glúten), ele consegue aprisionar parte do gás carbônico que na tentativa de expandir-se (sair para o ambiente), o gás carbônico força o glúten, esticando-o, dando-nos a sensação de que a massa está crescendo.</p> <p>Reação: $C_6H_{12}O_{6(s)} + \text{enzima} \rightarrow 2 C_2H_5OH_{(l)} + 2 CO_{2(g)}$ (ATKINS; JONES, 2007)</p>
---	---

Quantidade de Materiais

- 4 (quatro) porções de ½ Kg de farinha de trigo cada
- 2 (duas) porções de 10 g de fermento biológico
- 4 (quatro) porções de 15 g de sal cada
- 4 (quatro) porções de 20 g de açúcar cada
- 4 (quatro) colheres de sopa de margarina
- 2 (dois) pratos de sopa rasos

Procedimento:

Preparar duas massas de pão, usando a quantidade indicada de farinha, açúcar, água e margarina. Em apenas uma das massas adicionar 10 gramas de fermento biológico. Após a mistura colocar cada uma das massas sobre um prato raso e deixar descansar por 30 minutos. Passado esse tempo, observe e descreva o que ocorre com a aparência e textura das massas. Após a realização do experimento 3 os grupos devem entregar ao professor a ficha com as anotações das observações e a resolução do PE3 (Quadro 10).

Figura 8: Imagem do Experimento 3 (PE3)



Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/6143/fenomenos-quimicos-no-preparo-de-pao> Acesso em 16/06/2019.

4º Experimento: Para os grupos (G4 e G8).

Os grupos G4 e G8 deverão fazer a leitura do enunciado (ver quadro 12), discutir e elaborar hipóteses para resolução do Problema Experimental 4 (PE4).

Quadro 12: Problema Experimental 4 (PE4)

Comprimidos antiácidos efervescentes são, em geral, feitos de sais contendo carbonato ou bicarbonato e algum ácido fraco (geralmente o ácido cítrico). Quando postos em água, estes efervescentes começam a produzir gás. Os ácidos tendem a reagir com carbonatos e bicarbonatos para produzir gás carbônico, água e algum sal. Após realizar o experimento pense e responda: Q1) O que acontece com a pastilha quando mergulhada no copo com água? Q2) Que aspectos são observados no copo durante os três primeiros minutos do experimento? Q3) Há formação de novas substâncias quando a pastilha se dissolve na água? Se sua resposta for sim, use a linguagem e a representação do conhecimento da química para justificar o processo de formação de novas substâncias. Fonte: Autores (2019)

No quadro 13, apresenta-se possível espelho de resposta para o problema (PE4).

Quadro 13: Espelho de respostas para o Problema Experimental 4 (PE4)

PE4) Comprimidos efervescentes são, em geral, feitos de sais contendo carbonato ou bicarbonato e algum ácido fraco (geralmente o ácido cítrico). Quando posto em água, o efervescente começa a produzir gás. Os ácidos tendem a reagir com carbonatos e bicarbonatos para produzir gás carbônico, água e algum sal. Após realizar o experimento pense e responda:	
Questões	Espelho de resposta
Q1) O que acontece com a pastilha quando mergulhada no copo com água?	Observa-se que ocorreu a dissolução da pastilha na água.
Q2) Que aspectos são observados no copo durante os três primeiros minutos do experimento?	Surgimento de bolhas devido à efervescência da pastilha.
Q3) Há formação de novas substâncias quando a pastilha se dissolve na água? Se sua resposta for sim use a linguagem e o conhecimento da química para representar o processo de formação de novas substâncias. Responda e	As pastilhas de antiácidos efervescentes contêm normalmente bicarbonato de sódio (NaHCO_3), ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) que podem se dissolver em água conforme reação química a seguir: (FELTRE, 2005) Bicarbonato: $\text{NaHCO}_3 (s) + \text{H}_2\text{O} (l) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 (aq) + \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ Ácido cítrico: completamente insolúvel em água

explique suas respostas para cada pergunta, usando a linguagem e o conhecimento da química.	Carbonato de sódio: é praticamente insolúvel em água Bicarbonato com ácido: $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) + \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ (FELTRE, 2005)
---	--

Quantidade de materiais

- 4 (quatro) pastilhas efervescentes de sais de frutas.
- 2 (dois) copos americanos transparentes
- 1 (um) Litro de Água
- 2 (dois) cronômetros

Procedimento:

Cada grupo deverá adicionar aproximadamente 100 mL de água em um copo transparente e depois mergulhar uma pastilha de sal de frutas. Imediatamente registre o tempo (na tabela 2 – fase 1) e os fenômenos observados durante a realização do processo. Cada grupo deverá repetir o processo e anotar os tempos inicial e final de dissolução das pastilhas na tabela 3 (fase 2). Após o registro cada grupo deverá resolver o problema PE4 e entregar a ficha de respostas ao professor.

Tabela 2: Registro das observações do PE4 - fase 1

Pastilhas	Tempo Inicial	Tempo Final
Inteira		

Tabela 3: Registro das observações do PE4 - fase 2

Pastilhas	Tempo Inicial	Tempo Final
Inteira		

Figura 9: Imagem do Experimento 4 (PE4) - Dissolução de pastilhas efervescentes



Fonte: <https://www.google.com/url?experimento=alterando-velocidade-de-uma-reacao-quimica>. Acesso em 16/06/2019

3.3.4 Quarto Momento (aulas nº 7 e nº 8): Comunicação dos Resultados da Pesquisa

No 4º momento após a realização dos experimentos, a turma fará a apresentação das observações registradas, da pesquisa realizada e da discussão dos resultados obtidos pelos grupos para resolução dos problemas PE1 (G1/G5), PE2 (G2/G6), PE3 (G3/G7) e PE4 (G3/G7). Nesse momento, o professor atuará como mediador do processo de sistematização do conhecimento assimilado durante a comunicação das respostas para os problemas sobre Reação Química em diferentes contextos.

3.3.5 Quinto Momento (aula nº 9): Avaliação e consolidação dos resultados obtidos

No último momento os estudantes se reunirão em grupos para retomada e resolução do problema (P), após a vivência das atividades da SDI. A ficha com as respostas ao problema (P) deverá ser entregue por cada grupo ao professor no fim da aula. Esta etapa de nova resolução de (P) pode ser usada pelo professor para realizar uma avaliação somativa do conhecimento assimilado pelos estudantes sobre reação química, buscando perceber possíveis avanços conceituais, antes e depois da aplicação da SDI. As atividades realizadas nos momentos 2, 3 e 4 (participação dos estudantes durante o debate sobre o texto e o vídeo e resolução de problemas experimentais) podem ser usadas como instrumento de avaliação formativa a fim de avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre reação química, durante a vivência de uma abordagem de Ensino por Investigação.

3.4 Desenho da Sequência Didática Investigativa

Os quadros 14, 15, 16, 17 e 18 apresentam uma síntese da descrição das atividades propostas, objetivos de atividades, objetivos de aprendizagem e os conteúdos que serão abordados a partir da sequência.

Quadro 14: Momento 1 da SDI

Aulas nº 1 e nº 2: Introdução e problematização sobre Reação Química		
Tema: Reações químicas no cotidiano		
Objetivo da atividade: Identificar as concepções dos estudantes sobre reações químicas e os processos de transformação da matéria que acontecem no dia-a-dia.		
Objetivo de aprendizagem: Que o estudante seja capaz de identificar a ocorrência de reação química na dimensão macroscópica, através da análise das imagens, usando a linguagem e representação do conhecimento químico para descrever reações de oxidação do ferro e nos alimentos, na desnaturação da proteína do ovo, no processo de combustão e dissolução de comprimidos efervescentes de sais de frutas.		
Atividades	Ações	Tempo didático
Apresentação das imagens	Esclarecer aos estudantes o objetivo do trabalho com a SDI sobre Reação Química	50 minutos
Resolução do Problema (P)	Problematização e levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre reações químicas, com o uso de imagens. Apresentação e elaboração de hipótese para resolução inicial do problema (P). Exibição de vídeos que tratam de reações químicas em diferentes contextos, seguido de debate.	
Socialização das respostas dos grupos ao problema (P)	Discussão das considerações de cada grupo para o problema (P)	50 minutos
Recursos didáticos	DataShow, notebook, ficha com o problema P e ficha com as imagens	
Espaço físico usado	Sala de aula	
Organização da turma	Grupo de 5 (cinco) estudantes cada	

Quadro 15: Momento 2 da SDI

Aulas nº 3 e nº 4: Construção dialogada sobre o conceito de Reação Química		
Tema: Reações químicas: conceito e aplicações		
Objetivo de aprendizagem: Compreender o conceito de reações químicas		
Atividades	Ações	Tempo didático
Debate sobre o texto "Reações Químicas no Cotidiano"	Leitura do texto Interação nos grupos para discussão do texto	20 minutos

Socialização das considerações realizadas por cada grupo	Discussão e interação entre grupos durante o debate	30 minutos
Aula expositiva e dialogada	Participação dos estudantes com perguntas e comentários Conteúdos abordados: conceito de reação química em vários contextos, os tipos de reação química, suas características, representação e os fatores que interferem na ocorrência de uma reação química sua representação através de equações químicas.	50 minutos
Recursos didáticos	DataShow, notebook, texto, slides	
Espaço físico utilizado	Sala de aula	
Organização da turma	Grupo de 5 (cinco) estudantes cada	

Quadro 16: Momento 3 da SDI

Aulas nº 5 e nº 6: Atividade Experimental sobre Reação Química
Tema: Reações químicas ocorridas em diferentes contextos
Objetivo da atividade: Realizar a atividade experimental, mobilizar conceitos e resolver problemas PE1, PE2, PE3 e PE4 sobre reação química
Objetivos de aprendizagem: Problema experimental 1 – PE1 - Que o estudante seja capaz de descrever o processo ocorrido com a maçã sem casca quando exposta ao ar, em contato com o suco de limão, com bicarbonato de sódio e vinagre, na dimensão macroscópica, usando a linguagem química. Descrever o processo químico ocorrido com a maçã, quando em contato com o suco de limão, solução de bicarbonato de sódio, vinagre e o ar na dimensão microscópica e representacional, fazendo uso da linguagem química. Explicar o porquê da diferença de tonalidade no escurecimento ou não da maçã quando em contato com diferentes reagentes/soluções relacionados ao momento da observância do fenômeno, fazendo uso da linguagem relativa às dimensões macroscópicas, teórica e representacional do conhecimento químico. Problema experimental 2 – PE2 - Que o estudante seja capaz de descrever o processo que ocorre durante o contato da casca do ovo com o vinagre a partir de suas observações de natureza macroscópica, através de mudanças observadas na consistência da casca do ovo no experimento e explicar o processo químico contemplando as dimensões microscópica e representacional do conhecimento químico.

Problema experimental 3 – PE3 - Que o estudante seja capaz de Identificar e descrever as características macroscópicas das massas de pão com e sem a adição de fermento durante o seu preparo, realizado no experimento. Explicar o processo químico ocorrido no preparo das massas de pão, buscando contemplar as dimensões microscópica e representacional do conhecimento químico.

Problema experimental 4 – PE4 - Que o estudante seja capaz de visualizar a ocorrência de uma reação química através dos aspectos macroscópicos apresentados no processo, bem como explicar o processo químico ocorrido na dissolução de comprimidos efervescentes antiácidos, fazendo uso da linguagem relacionada com as dimensões macroscópicas, microscópica e representacional do conhecimento químico.

Atividades	Ações	Tempo didático
Apresentação das normas de segurança e uso de materiais no laboratório	Explicação sobre uso seguro do laboratório.	20 minutos
Realização dos experimentos 1, 2, 3 e 4	Interação nos grupos na realização dos experimentos e registro de suas observações.	80 minutos
Recursos didáticos	Material e vidrarias de laboratório de fácil acesso e baixo custo, ficha para registro das observações realizadas por cada grupo e ficha com os problemas	
Espaço físico utilizado	Laboratório	
Organização da turma	Grupo de 5 (cinco) estudantes	

Quadro 17: Momento 4 da SDI

Aulas nº 7 e nº 8: Comunicação dos resultados da pesquisa		
Tema: Reações químicas observadas no cotidiano do estudante		
Objetivo de aprendizagem: Ampliar a conceituação sobre Reação Química pelos estudantes e resolver os Problemas propostos em cada experimento.		
Atividades	Ações	Tempo didático
Socialização das respostas dos grupos aos problemas partindo da realização de experimentos e de pesquisas	Apresentar os resultados obtidos e registrados na experimentação. Fazer perguntas e comentários. Interação entre grupos na discussão e resolução dos problemas PE1, PE2, PE3 e PE4.	100 minutos
Recursos didáticos	DataShow, notebook e fichas de anotações.	
Espaço físico utilizado	Sala de aula	
Organização da turma	Grupo de 5 (cinco) estudantes	

Quadro 18: Momento 5 da SDI

Aula nº 9: Avaliação e consolidação dos resultados obtidos		
Tema: Reações químicas observadas no cotidiano do estudante		
Objetivo de aprendizagem: Ampliar a conceituação sobre Reação Química pelos estudantes e resolver o Problema (P).		
Atividades	Ações	Tempo didático
Reaplicação do Problema (P)	Elaborar hipóteses para nova resolução do problema (P)	35 minutos
Avaliação dos estudantes	Avaliar o conhecimento apropriado pelos estudantes sobre Reação Química	15 minutos
Avaliação da SDI	Avaliar as contribuições e limitações da SDI (estudantes)	
Recursos didáticos	Ficha com o Problema (P)	
Espaço físico utilizado	Sala de aula	
Organização da turma	Grupo de 5 (cinco) estudantes	

3.5 Referencial de Análise de Dados

Devido à Pandemia do COVID-19, não foi possível aplicar a SDI para abordagem do conteúdo de Reação Química em aulas de Química do 3º ano do Ensino Médio. Diante disso, buscou-se fazer a Validação da SDI elaborada por professores, preferencialmente, de Química do Ensino Médio.

O processo de validação da SDI consistiu na aplicação de um questionário a professores, cabendo a cada um deles atuar como professor avaliador, buscando analisar, simultaneamente, todas as etapas do planejamento da sequência com cada uma das perguntas do questionário (Anexo II), a fim de identificar a presença, ou ausência de elementos do ensino por investigação ou mesmo, quando o elemento investigado não se aplica à sequência didática.

Os professores convidados e que aceitaram participar da validação da SDI assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Em seguida, participaram de um Encontro Formativo Introdutório sobre Ensino por Investigação online com duração de 2 (duas) horas. O curso ocorreu pela plataforma Google Meet, quando foram apresentados aos participantes um estudo introdutório sobre Ensino por Investigação e esclarecimentos de como o questionário usado para validação deve ser preenchido: (P) para elemento do EPI presente na SDI; (A) para

elemento do EPI ausente na SDI e (NA) quando o avaliador considerar que a pergunta sobre o EPI não se aplica a SDI proposta.

Logo após o encerramento do encontro, os professores avaliadores receberam por e-mail a Ficha de Validação da SDI, contendo as 26 questões semiabertas, extraídas da ferramenta “Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação” (DEEnCI), adaptada por Cardoso e Scarpa (2018) (anexo II), bem como uma cópia detalhada do planejamento da SDI para análise e elaboração de suas considerações sobre a aplicabilidade deste PE em sala de aula.

A ficha para validação da SDI (anexo II) foi respondida por sete professores convidados e denominados de (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7) para que eles pudessem avaliar o planejamento da SDI proposta, a partir da análise e resolução de questões organizadas em cinco itens: “**Item A**”: que faz alusão à Introdução à investigação com um questionamento sobre o interesse e a motivação do estudante quanto à investigação; “**Item B**”: que trata do Apoio à investigação dos estudantes, subdividido em quatro subitens, a B1 quanto ao Problema/Questão com duas questões, B2 em relação às Hipóteses/Previsões com três questões, B3 em relação ao Planejamento da SDI com três questões e B4 com relação a coleta de dados com cinco questões; “**Item C**” que trata da Guia as análises e conclusões com sete questões; “**Item D**” que trata do incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo com três questões e finalmente a “**Item E**” que trata dos Estágios futuros a investigação com duas questões, perfazendo um total de 26 questões que abordam elementos primordiais do EPI.

A resolução das questões consta das opções de respostas: (P) para a presença do elemento do EPI e (A) para a ausência deste elemento no planejamento da SDI ou (NA) Não se Aplica, quando o elemento/características do EPI em análise fosse considerado não adequado ao contexto da SDI (CARDOSO; SCARPA, 2018). Neste contexto, coube ao professor avaliador identificar em cada etapa do planejamento da SDI sua correlação com os elementos teórico-metodológicos do ensino por investigação.

As categorias de análise das respostas dos professores às questões da ficha de validação (ferramenta DEEnCI) (CARDOSO; SCARPA, 2018) foram estabelecidas a partir dos referências teóricos-metodológicos do EPI, segundo

Carvalho (2013; 2018), Wellington (2000), Cardoso (2018) e Sasseron (2015). As categorias delimitadas foram: Elementos e características inerentes ao EPI; Papel do Professor e do Estudante no EPI e Etapas cíclicas do EPI (Figura 2). A análise foi feita mediante comparação das respostas dos professores quanto às questões da ficha de validação que abordam aspectos teóricos e metodológicos do EPI, que são expressos nas categorias de análise delimitadas e discutidas na fundamentação teórica dessa pesquisa.

4 CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos Resultados da Validação da SDI sobre Reação Química

No quadro 19, apresentamos o perfil acadêmico dos professores avaliadores que participaram da validação da SDI.

Quadro 19: Perfil dos Professores Avaliadores da SDI

Professor	Graduação	Tempo de Experiência	Rede de Ensino	Disciplina que leciona	Pós-Graduação
P1	Lic. Química	5 anos	Particular	Mat/Cie/Qui	Não tem
P2	Lic. Química	26 anos	Pública Federal	Química	Esp. Química
P3	Lic. Química	12 anos	Pública Estadual	Qui/Física	Esp. Meio Ambiente
P4	Lic. Química	1,4 anos	Universidade Pública Federal	Estágio I e II Met. Ens. Ciênc.	Doutoranda
P5	Lic. Química	26 anos	Pública Federal	Química	Esp. Ens. Ciências
P6	Lic. Física	1,2 anos	Particular	Física	Não possui
P7	Lic. Química	3 anos	Pública Estadual	Química	Não possui

A seguir apresentamos a análise das respostas dos sete professores participantes da validação da SDI sobre Reação Química. A ficha de validação do Produto Educacional consta de questões sobre elementos constituintes do Ensino por Investigação, do ponto de vista do planejamento da SDI (anexo II). Os elementos do EPI analisados são discutidos nos itens a seguir:

Item A – Com relação à Introdução à investigação

Item A1: O professor estimula o interesse dos estudantes sobre o tópico de investigação despertando o seu engajamento em um desafio?

A presença do elemento do EPI (item A1) se configura pela previsão da ação do professor, no planejamento da SDI (PE), em estimular a exploração e/ou observação de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou identificar as ideias ou experiências prévias dos estudantes sobre o que será investigado conforme o quadro 20 (CARDOSO; SCARPA, 2018)

Quadro 20: Respostas ao Item A1

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A1	P	P	P	P	P	P	P

A análise das respostas dos professores aponta para a identificação da presença (P) do elemento do EPI no item A1 da SDI, pela marcação desta alternativa realizada pelos sete professores avaliadores. A título de evidência, segue algumas respostas dos professores: P3: “através de reações químicas no cotidiano do estudante”; P4: “propôs a substituição do termo transformação por mudança no enunciado do problema”; P6: “ocorre, sim, o estímulo à participação do estudante” e P7: “os problemas apresentados buscam promover as interações entre os estudantes para resolução dos problemas”.

Em geral, as respostas dos professores participantes corroboram para as ações propostas aos docentes no 1º momento da SDI, em que há o uso de imagens associadas à discussão de questões e um debate de vídeos sobre situações que ocorrem na presença de reações químicas em diferentes contextos. Tais ações convergem com o papel do professor nas atividades investigativas, segundo Sá et. al. (2007): orientar na discussão de problemas que são desafios para os estudantes, na elaboração de hipóteses e explicações teóricas, ainda incentivar sua participação em atividades relativas à construção do conhecimento.

Item B - Quanto ao Apoio à investigação dos estudantes**Item B1 - Quanto ao Problema/Questão****Item B1.1 - Há definição do problema e/ou questão de investigação proposta?****Item B1.2 – O professor envolve os estudantes na definição do problema e/ou questão de investigação?**

Todos os sete professores identificaram a presença do elemento do EPI que consta nos itens B1.1 e B1.2 avaliados na SDI proposta, a qual é evidenciada pela marcação da alternativa (P), conforme quadro 21.

Quadro 21: Respostas aos Itens B1.1 e B1.2

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
B1.1	P	P	P	P	P	P	P
B1.2	P	P	P	P	P	P	P

Estes dois itens se caracterizam pela formulação de um problema e mediação do professor quanto à identificação do problema pelos estudantes. Destacam-se algumas evidências com base na resposta dos professores: P3: afirma que o problema foi apresentado e que estimula a curiosidade do estudante; P6: afirma que o professor pode conversar previamente com os estudantes para esclarecer os objetivos pretendidos nos problemas, além de permitir aos grupos que escolham a imagem que mais lhes interessarem, ou seja, a imagem em que os estudantes do grupo identifiquem ou não a ocorrência de reação química, conforme momento 1, descrito no planejamento da SDI.

Item B2 – Com relação às Hipóteses/Previsões foram feitas três questões.

Item B2.1 – Há definição de Hipótese e/ou previsão para a investigação?

Item B2.2 – O professor envolve os estudantes na definição de hipótese e/ou previsão para investigação?

Item B2.3 – O professor envolve os estudantes na justificação da hipótese e/ou previsão definida?.

O item B2, segundo Cardoso e Scarpa (2018), trata do incentivo do professor aos estudantes para elaborar hipóteses ou previsões por meio da mobilização de suas ideias (concepções prévias) que permitem, inicialmente, responder ao problema de investigação. O quadro 22 mostra as respostas dos professores nos itens B2.1, B2.2 e B2.3.

Quadro 22: Respostas aos itens B2.1, B2.2 e B2.3

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
B2.1	P	P	P	P	A	P	P
B2.2	P	P	P	P	NA	P	P
B2.3	P	P	P	P	NA	P	P

A análise do quadro 22 aponta que seis professores marcaram a letra (P), identificando a presença dos elementos do EPI nos itens (B2.1, B2.2 e B2.3). As respostas destes docentes são descritas a seguir: P1: “o professor fez uso de problema, vídeo e imagens”. P3: “o uso de vídeos, a participação dos estudantes nas atividades, experimentos e debates”. Para P4 e P6 “o professor permite aos estudantes pensar, dialogar com os pares, realizar pesquisa, testar suas ideias iniciais (hipóteses) a partir das atividades experimentais”.

Em linhas gerais, as respostas dos professores convergem com afirmação de Carvalho (2018), quando destaca que no ensino por investigação, o professor deve criar condições para que os estudantes possam desenvolver o pensar, levando em consideração a estrutura do conhecimento; o falar, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; ler, entendendo criticamente o conteúdo daquilo que está sendo trabalhado; e, por fim escrever, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. Tais aspectos se aliam às ações realizadas pelos estudantes nas atividades previstas (momentos 1, 2 e 3) para a SDI sobre Reação Química, com a mediação do professor e dos recursos didáticos propostos.

O professor avaliador (P5) afirma que no item B2.1, em relação ao planejamento da SDI, há previsão para questionamentos e não levantamento de hipótese, razão pela qual assinalou a letra (A), indicando que este elemento do EPI está ausente na SDI. Nos itens B2.2 e B2.3 marcou (NA) que corresponde a “não se aplica” por entender que estes não são adequados ao contexto analisado. Concordamos com a resposta de P5, no sentido de que, talvez a análise do planejamento da SDI, não seja suficiente para avaliar elementos do EPI propostos nos itens, sendo necessário observar também sua aplicação em sala de aula.

Item B3 – Com relação ao Planejamento, foram feitas três questões:

Item B3.1 – Há definição de procedimentos de investigação?

Item B3.2 – O professor envolve os estudantes na definição dos procedimentos de investigação?

Item B3.3 – Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão?

O item B3 objetiva identificar a presença dos elementos: definição de procedimentos de investigação; se o docente engaja os alunos na definição dos

procedimentos de investigação e se os procedimentos de pesquisa definidos são adequados ao problema e/ou questão propostos. O quadro 23 traz as respostas dos professores participantes.

Quadro 23: Respostas aos itens B3.1, B3.2 e B3.3

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
B3.1	P	P	P	P	P	P	P
B3.2	P	P	P	P	P	P	P
B3.3	P	P	P	P	P	P	P

Os sete professores identificaram a presença dos elementos B3.1, B3.2 e B3.3 do EPI na SDI proposta. A título de ilustração descrevem-se as respostas dos docentes: P1 afirma que aspectos do EPI destacam-se na proposição de experimentos de natureza investigativa. Para P3, por meio da formação dos grupos, da participação, interação e compartilhamento dos resultados com a turma. Para P4, os estudantes são incentivados a realizar o processo de observação, pesquisa, levantamento e teste de hipótese, durante o processo de construção do conhecimento. Para P6, os experimentos, procedimentos e resolução de questões são trabalhados para guiar o entendimento dos estudantes sobre o fenômeno estudado, e para P7 os procedimentos são direcionados para uma investigação com a apresentação de imagens de fenômenos que ocorrem no cotidiano dos estudantes.

Item B4 – Com relação à coleta de dados, foram feitas cinco questões:

Item B4.1 – Há a coleta de dados durante a investigação?

Item B4.2 – O professor envolve os estudantes na coleta de dados?

Item B4.3 – O professor ajuda os estudantes a manter notas e registros durante a coleta de dados?

Item B4.4 – O professor encoraja os estudantes a checar os dados?

Item B4.5 – Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão?

O item B4 têm por objetivo identificar a presença de elementos do EPI na SDI relativos à coleta de dados (B4.1, B4.2, B4.3, B4.4 e B4.5) que segundo Cardoso e

Scarpa (2018), se evidenciam quanto à coleta de dados em atividades investigativas. O quadro 24 apresenta as respostas dos professores avaliadores:

Quadro 24: Respostas aos itens B4.1, B4.2, B4.3, B4.4 e B4.5

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
B4.1	P	P	P	P	P	P	P
B4.2	NA	P	P	P	P	P	P
B4.3	P	P	P	P	P	P	P
B4.4	P	P	P	P	P	P	P
B4.5	P	P	P	P	P	P	P

Nas questões associadas aos itens B4.1, B4.3, B4.4 e B4.5, 07 (sete) docentes identificaram a presença de características do EPI na avaliação do planejamento da SDI (Quadro 23). P1 observou estes itens no quinto momento da SDI. Enquanto, P3 destacou que o professor incentiva os estudantes a fazer os registros na coleta dos dados, na apresentação dos resultados e na resolução dos problemas. Já P4 observou tais itens no roteiro experimental. P6 destacou o momento da SDI, no qual o professor solicita aos estudantes utilizar tabelas para registro de observações com base nos experimentos. E pela possibilidade dos estudantes estruturarem suas hipóteses através de experimentos do cotidiano e de seus conhecimentos prévios. Porém, o professor P1 assinalou NA (não se aplica) na questão B4.2, considerando que esta não é adequada ao contexto analisado. Talvez porque o item B4.2 possa ser melhor avaliado durante a aplicação da SDI.

Item C: Guia as análises e conclusões. Foram feitas sete questões.

Item C1 – O professor encoraja os estudantes a analisar os dados coletados?

Item C2 – O professor encoraja os estudantes a elaborar conclusões?

Item C3 – O professor encoraja os estudantes a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos?

Item C4 – O professor encoraja os estudantes a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados?

Item C5 – O professor encoraja os estudantes a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão?

Item C6 – O professor encoraja os estudantes a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação?

Item C7 – O professor encoraja os estudantes a refletir sobre a investigação como um todo?

O elemento do EPI relativo ao item C está associado a atividades realizadas pelos estudantes com a mediação do professor: analisar os dados coletados, elaborar conclusões, justificar conclusões com base em conhecimentos científicos, verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados, comparar as conclusões com a hipótese e/ou previsão e considerar as conclusões com relação ao problema e/ou questão de investigação em atividades investigativas realizadas no contexto escolar (CARDOSO; SCARPA, 2018). O quadro 25 traz as respostas dos professores com relação aos itens C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7.

Quadro 25: Resposta aos itens C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
C1	P	P	P	P	P	P	P
C2	P	P	P	P	P	P	P
C3	P	P	P	P	P	P	P
C4	P	P	P	P	P	P	P
C5	P	P	P	P	A	P	P
C6	P	P	P	P	P	NA	P
C7	P	P	P	P	P	P	P

O quadro 25 mostra que todos os professores participantes identificam a presença de aspectos do EPI na SDI presentes nos itens C1, C2, C3, C4 e C7. O P1 afirma que observou estes aspectos no quarto momento da SDI. P3 destaca que o professor encoraja os estudantes a justificar suas conclusões, com base em conhecimentos científicos, quando propõe a discussão dos resultados através das atividades de discussão e debate. P5 afirma que o planejamento da SDI apresenta potencial adequado ao EPI, no entanto, ressalta ser importante que o professor no momento da aplicação da SDI possa promover o desenvolvimento de todas as habilidades que o ensino por investigação propicia aos estudantes. P6 destaca que os estudantes podem confirmar ou refutar suas hipóteses, quando o docente os

incentiva a discutir, argumentar e refletir sobre suas hipóteses, checando os resultados.

O professor P5 destaca a ausência do elemento C5 do EPI na SDI, afirmando que o professor encoraja os estudantes a fazer questionamentos, mas não a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão. P6, no item C6, assinalou NA (não se aplica), afirmando não entender esta questão. Isto pode ter relação com o fato de o professor não ter um entendimento mais aprofundado sobre o EPI, e/ou não considera o item C6 adequado para a análise na fase de planejamento da SDI.

Item D: Quanto ao incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo. Foram feitas três questões

Item D1 – O professor encoraja os estudantes a trabalhar de forma colaborativa em grupo?

Item D2 – O professor encoraja os estudantes a relatar seu trabalho?

Item D3 – O professor encoraja os estudantes a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação?

Segundo Cardoso e Scarpa (2018), os elementos do item D no EPI referem-se a: quando o professor incentiva o trabalho coletivo, propõe a todos os estudantes que participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e elaboram explicações para os fenômenos observados; o incentivo do docente para os alunos relatarem ou apresentarem seus resultados e conclusões de pesquisa a outros grupos, e quando o professor incentiva os estudantes a responder sobre o que foi relatado pelos colegas, concordando ou discordando.

O quadro 26 apresenta as respostas dos docentes ao item D

Quadro 26: Respostas aos itens D1, D2 e D3

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
D1	P	P	P	P	P	P	P
D2	P	P	P	P	P	P	P
D3	P	P	P	P	P	P	P

Todos os professores identificaram a presença dos aspectos relativos aos itens D1, D2 e D3 (Quadro 26). As justificativas dos docentes durante a análise

destes itens foram: P3 afirma que no planejamento da SDI está prevista a divisão da turma em grupos, a apresentação dos resultados da investigação para toda turma e, no momento do debate, sobre os resultados obtidos. P4 destaca a valorização da opinião dos estudantes, com respeito às diferentes ideias e o debate em grupos. P6 ressalta o incentivo do docente ao trabalho em grupo, dando espaço para que os estudantes reflitam sobre suas considerações, especialmente, no quarto momento da SDI, quando o professor propõe aos estudantes a exposição de suas ideias, interpretações e conclusões. P7 enfatiza o item D3 “[...] *estudantes a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação*”(SIC), quando o professor fomenta a criação de “conflitos cognitivos” possibilitando que suas hipóteses sejam comprovadas ou refutadas no transcorrer das atividades de pesquisa.

Item E: Quanto aos estágios futuros a investigação, onde foram feitas duas questões.

Item E1 – O professor encoraja os estudantes a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações?

Item E2 – O professor encoraja os estudantes a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação?

Para Cardoso e Scarpa (2018), os itens E1 e E2 tratam de elementos do EPI relacionados a momentos em que os estudantes aplicam ou expandem o conhecimento assimilado na pesquisa em outros contextos. E quando o docente incentiva os estudantes a elaborar perguntas adicionais, com base na investigação realizada. O quadro 26 apresenta as respostas dos professores aos itens analisados.

Quadro 27: Respostas aos itens E1 e E2

Item avaliado	Professor Avaliador						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
E1	P	P	P	P	P	P	P
E2	P	P	P	P	P	P	P

Os sete docentes avaliadores identificaram a presença dos itens E1 e E2 do EPI na análise do planejamento da SDI. A título de ilustração, descrevemos algumas respostas. Segundo P3 e P5, no texto sobre reações químicas no cotidiano (anexo I)

há possibilidade de estudo de outras reações químicas e para despertar a curiosidade para novas pesquisas através dos exemplos apresentados.

5 CONSIDERAÇÕES

A sequência didática sobre Reação Química desenvolvida apresenta elementos do Ensino por Investigação, destacados por Carvalho (2018), Sasseron (2015) e Wellington (2000), tais como: problemas investigativos contextualizados; atividades experimentais investigativas; elaboração e testagem de hipóteses; registro e coleta de dados; divulgação e discussão dos resultados por meio de debates em grupos. Estes elementos foram identificados pelos professores participantes da etapa de validação da sequência, a partir da utilização da ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), adaptada por Cardoso e Scarpa (2018).

A SDI também pode propiciar a participação efetiva dos estudantes; a interação entre estudantes-estudantes e entre estudantes-professor, e a mediação do professor nas diferentes atividades delineadas, visando à construção coletiva do conhecimento químico escolar.

Nesta dissertação, o Produto Educacional elaborado foi um Guia Didático intitulado *“Ensino por Investigação em aulas de Química no Ensino Médio”*, (Apêndice) que busca fornecer orientações para nortear o planejamento de aulas de professores de Ciências da Natureza para elaboração e aplicação de propostas didáticas baseadas nesta abordagem de ensino.

A Sequência Didática Investigativa sobre Reação Química, direcionada a estudantes do 3º ano do ensino médio e validada pelos professores avaliadores consta no Guia Didático. Nesse sentido, essa sequência poderá ser aplicada pelos professores em aulas de Química, podendo ser modificada e/ou adaptada de acordo com a necessidade e a realidade de cada turma e escola da rede pública ou privada.

REFERÊNCIAS

ARANHA, M. L. de A. **História da Educação e da Pedagogia: Geral e Brasil**. 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2006.

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. P. de C. (Org.). **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 295 f. 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática/UFMS**, Campo Grande, v. 8, 2015.

BARROWS, H. S. A. Taxonomy of Problem-Based Learning methods. **Medical Education**, v. 20, 1986.

BATINGA, V. T. S. **A abordagem de resolução de problemas por professores de química do ensino médio: um estudo sobre o conteúdo de estequiometria**. 283 f. 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

BORDA CARULLA, S. **Tools for Enhancing Inquiry in Science Education**. Montrouge: Fibonacci Project, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: primeira versão**. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: proposta preliminar. Segunda versão**. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao_revista.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento de Área – Ensino**. Brasília: CAPES, 2019. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/480/o/documento_de_area_ensino2019_final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2020. 141p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagens. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1359-1378, 2004.

CARDOSO, M. J. C. **Identificação e descrição de elementos do ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, C. J. A. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**: um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2009.

CASTELLAN, G. W. **Físico-química**. 11. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

COSTA T. S.; ORNELAS D. L.; GUIMARÃES P. I. C.; MERÇON F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, p. 31-34, 2005.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G. **Química Inorgânica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

ESCRIBANO, A. **Las voces del texto como recurso persuasivo**. Madrid: Arco/Libros, 2015.

FELTRE, R. **Química**: volume 1. 6. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FELTRE, R. **Fundamentos de Química**: volume único. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**. n. 20, p. 38-44, 2004.

FINO, C. Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP): Três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 273-291, 2001.

FREIRE, P. R. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido. 16. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2009.

GIL, A. C. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2006.

HAYDT, R. C. **Avaliação do Processo de Ensino-aprendizagem**. 6. Ed. São Paulo: Ática, 2008.

JOHNSTONE, A. Macro and micro-chemistry. **School Science Review**, v. 64, p. 377-379, 1982.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 191-211, 2007.

LEMKE, J. L. **Aprender a Hablar Ciência**: language, aprendizaje y valores. Madrid: Paidós, 1997.

LOPES, A. O. Planejamento do ensino numa perspectiva crítica da educação. In: VEIGA, I. P. A. et al. (Coord.). **Repensando a Didática**. São Paulo: Papyrus, 2000.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. 17. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

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

LURIA, A. R. **A construção da mente**. São Paulo: Ícone, 1992.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química**: um curso universitário. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2002.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BORESMA, K. et al. (Ed.). **Research and Quality of Science Education**. Holanda: Spring, 2005. p. 195-207.

MELO, M. S. de. **A transição entre os níveis – macroscópico, submicroscópico e representacional – uma proposta metodológica**. 134 f. 2015. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2015.

MENEZES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Revista Ciências e Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.

MOL, G. S.; SILVA, R. R. A experimentação no ensino de química como estratégia para a formação de conceito. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 8., 1996, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 1996.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, p. 273-283, 2000.

MOURATO E. R.; SIMÕES NETO, J. E. Uma sequência didática sobre petróleo e derivados para a Construção de conceitos químicos na educação de jovens e adultos. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, v.1, n.1, p. 78 - 97, 2015.

NASCIMENTO, J. M. de; AMARAL, E. M. O Papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos químicos. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012.

NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (NSTA). **Science Education for Middle Level Students**. Arlington: NSTA. 2016. Acesso em: 08 maio 2020.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 23, p. 14-18, 2006.

NOVAES, V. L. D. **Química, Ações e Aplicações: 2º Ano**. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2013.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetininga-BA: o olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIÁLOGO TRANSDISCIPLINAR – ENDITRANS, 2010, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética**: seleção e preparo de alimentos. 6. Ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

PÁDUA, G. L. D de. A. Epistemologia Genética de Jean Piaget. **Revista FACEVV**, Vila Velha, n. 2, p. 22-35, 2009.

PEIXOTO, J. P. et al. **Estudos de Caso**: O Método ABP Caso Home Concept. Vila Nova de Gaia: Periódico Casos do IESF, 2006.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens. Porto Alegre: Artmed Editora, 1999.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. 3. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

PIAGET, J. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. **Human Develop**, v. 15, p. 1-12, 1972.

PIAGET, J. **Six études de psychologie**. Rio de Janeiro: Forence, 1967.

REIS, M. **Química**: Meio Ambiente, Cidadania e Tecnologia: volume 2. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2010.

RIZZATTI, I. M. et al. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 13., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

ROSA, M. I. F. P. S. **A evolução de ideias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista**. 132 f. 1996. Tese (Mestrado em Educação) – Universidade de Campinas, Campinas, 1996.

ROSA, M. I.; SCHNETZLER, R. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998.

SÁ, E. F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SASSERON, L. H. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

VASCONCELLOS, C; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**: Propostas de trabalho para Ciências Naturais – Biologia e Geografia. Porto: Porto Editora, 2012.

VOGEL, A. L. **Química analítica qualitativa**. 5. Ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WELLINGTON, J. Re-thinking the Role of Practical Work in Science Education. In: SEQUEIRA, M. et al. (Org.). **Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências**. Braga: Universidade do Minho, 2000. p. 19-28.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro**: a ciência na cozinha – volume 1. 1. Ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro**: mais ciência na cozinha – volume 2. 1. Ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXO I

Texto: “Reações químicas no cotidiano”

As reações químicas fazem parte do nosso dia a dia. Por exemplo, quando vamos esquentar a água para preparar o café da manhã, estamos promovendo uma reação química, pois o gás do fogão reage com o oxigênio do ar para produzir o calor que utilizamos para cozinhar os alimentos. Sabemos que para o carro andar devemos colocar gasolina. Mas o que a gasolina tem a ver com o movimento do carro? Isso só é possível devido a uma reação química. A gasolina utilizada nos veículos é uma mistura de vários compostos. Um deles é o octano, composto químico formado por carbono e hidrogênio, cuja fórmula química é C_8H_{18} . Quando a gasolina reage com o oxigênio do ar produz dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e a energia que é utilizada para fazer com que o carro entre em movimento.

Uma reação química ocorre quando as substâncias sofrem transformações em relação ao seu estado inicial (reagentes) originando uma ou mais substâncias diferentes (produtos), ou seja, um ou mais tipos de matéria se transformam em um novo tipo — ou em vários novos tipos — de matéria. Para que isso possa acontecer, as ligações entre átomos e moléculas devem ser rompidas e devem ser restabelecidas de outra maneira. Como essas ligações podem ser muito fortes, geralmente é necessária energia na forma de calor para iniciar a reação. A ocorrência de uma reação química é indicada pelo aparecimento de novas substâncias (produtos), diferentes das originais (reagentes). Quando as substâncias reagem, às vezes ocorrem fatos bastante visíveis que confirmam a ocorrência da reação química; dentre eles, podemos destacar: desprendimento de gás e luz, mudança de coloração e cheiro, formação de precipitados, etc.

Um exemplo de reação química muito comum em nosso cotidiano é a reação de combustão (queima). Para que ela ocorra é necessária a presença de três fatores: um combustível, um comburente e energia de ativação. Essa reação consiste na queima de um combustível que pode ser a gasolina, álcool, etc., através da energia de ativação (calor de uma chama, faísca elétrica), na presença de um comburente que, em geral, é o oxigênio do ar (O_2).

São também exemplos de reações químicas que acontecem em nosso cotidiano: a formação da ferrugem; o escurecimento de frutas como a maçã, depois de cortadas; a transformação do ovo ao ser frito; a atuação dos detergentes sobre as gorduras ao lavarmos as vasilhas e dos sabonetes e xampus no banho; a fermentação da massa do pão; o cozimento dos alimentos; a queima de uma vela; os movimentos musculares; a digestão dos alimentos etc.

A partir desses poucos exemplos, podemos constatar que as reações químicas ocorrem constantemente no ambiente, nas fábricas, nos veículos e em nosso corpo. A vida tal como a conhecemos não existiria sem esses processos: as plantas não poderiam realizar a fotossíntese, os automóveis não se moveriam, os músculos não teriam força, a cola não grudaria e o fogo não poderia arder.

Quando uma folha de árvore é exposta à luz do Sol acontece o processo da fotossíntese, uma reação química. Quando o nosso cérebro processa milhões de informações para comandar nossos movimentos, nossas emoções ou nossas ações, o que está ocorrendo são, também, reações químicas. As reações químicas estão presentes em todos os seres vivos. O corpo humano, por exemplo, é uma grande usina química. Reações químicas ocorrem a cada segundo para que o ser humano possa continuar vivo.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28757> acesso em 12/08/2019.

ANEXO II

Ficha de Validação da Sequencia Didática Investigativa (SDI)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
 PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
 REDE NACIONAL



FICHA DE VALIDAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)

Sequência Didática Investigativa para uma abordagem sobre Reação Química no Ensino Médio

Público alvo previsto: 3º ano do ensino médio

Mestrando: Roberto Cesar Mendes Marques dos Santos

Data de entrega da ficha aos professores: 24/09/2020

Data de devolução da ficha pelos professores: 05/10/2020

E-mail do mestrando: rcmmsantos@gmail.com

DADOS GERAIS DO PROFESSOR AVALIADOR:

- a) Formação acadêmica graduação: _____
- b) Formação acadêmica pós-graduação: _____
- c) Disciplina(s) que leciona: _____
- d) Tempo de experiência de ensino: _____
- e) Instituição de ensino: () Federal () Estadual () Municipal
- f) Rede de ensino: () pública () particular

Comentários:

QUESTÕES SOBRE A SDI, ELABORADAS COM BASE NOS ELEMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (EPI)

Item (A): Com relação à Introdução a investigação

A1 – O professor estimula o interesse dos estudantes sobre o tópico de investigação despertando o seu engajamento em um desafio?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

Item (B): Quanto ao Apoio a investigação dos estudantes

B1 – Quanto ao Problema/Questão

B1.1 – Há definição do problema e/ou questão de investigação proposta?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B1.2 – O professor envolve os estudantes na definição do problema e/ou questão de investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B2 – Com relação às Hipóteses/Previsões

B2.1 – Há definição de Hipótese e/ou previsão para a investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B2.2 – O professor envolve os estudantes na definição de hipótese e/ou previsão para investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B2.3 – O professor envolve os estudantes na justificção da hipótese e/ou previsão definida?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B3 – Com relação ao Planejamento

B3.1 – Há definição de procedimentos de investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B3.2 – O professor envolve os estudantes na definição dos procedimentos de investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B3.3 – Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B4 – Com relação a coleta de dados

B4.1 – Há a coleta de dados durante a investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B4.2 – O professor envolve os estudantes na coleta de dados?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B4.3 – O professor ajuda os estudantes a manter notas e registros durante a coleta de dados?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B4.4 – O professor encoraja os estudantes a checar os dados?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

B4.5 – Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

Item (C): Guia as análises e conclusões

C1 – O professor encoraja os estudantes a analisar os dados coletados?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C2 – O professor encoraja os estudantes a elaborar conclusões?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C3 – O professor encoraja os estudantes a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C4 – O professor encoraja os estudantes a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C5 – O professor encoraja os estudantes a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C6 – O professor encoraja os estudantes a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

C7 – O professor encoraja os estudantes a refletir sobre a investigação como um todo?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

Item (D): Quanto ao incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo

D1 – O professor encoraja os estudantes a trabalhar de forma colaborativa em grupo?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

D2 – O professor encoraja os estudantes a relatar seu trabalho?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

D3 – O professor encoraja os estudantes a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

Item (E): Quanto aos estágios futuros a investigação

E1 – O professor encoraja os estudantes a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

E2 – O professor encoraja os estudantes a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação?

() P – presente () A – ausente () NA – não se aplica

Comentários e/ou evidências: _____

AGRADECEMOS PELA SUA VALIOSA COLABORAÇÃO E PARTICIPAÇÃO