



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

HAYANNE PETRUSKA FERREIRA DA SILVA LINS

**COMO TRANSFORMAR QUESTÕES RELATIVAS A ASPECTOS
DA ESTEQUIOMETRIA EM PROBLEMAS DO TIPO ESCOLAR?
UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD
2018**

Recife
2021

HAYANNE PETRUSKA FERREIRA DA SILVA LINS

**COMO TRANSFORMAR QUESTÕES RELATIVAS A ASPECTOS
DA ESTEQUIOMETRIA EM PROBLEMAS DO TIPO ESCOLAR?
UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD
2018**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga

Recife

2021

L759 LINS, Hayanne Petruska Ferreira da Silva
Como Transformar Questões Relativas a Aspectos da Estequiometria em Problemas do Tipo Escolar? Uma Análise de Livros Didáticos de Química do PNLD 2018/ Hayanne Petruska Ferreira da Silva Lins. - RECIFE, 2021. XII, 65 f.: il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Recife, Recife, 2021.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Verônica Tavares Santos Batinga

Notas (opcional)

1. Resolução de Problemas. 2. Livro Didático. 3. Estequiometria. 4. Ensino Médio. 5. PNLD 2018. I. Título. II. Orientadora (BATINGA, Veronica Santos Tavares). III. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

* CDD

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UFRPE
Bibliotecário: XXXXXXXX – CRB XXXXXX.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

HAYANNE PETRUSKA FERREIRA DA SILVA LINS

**COMO TRANSFORMAR QUESTÕES RELATIVAS A ASPECTOS
DA ESTEQUIOMETRIA EM PROBLEMAS DO TIPO ESCOLAR?
UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD
2018**

Aprovado em: ____ de _____ de 2021.

Banca Examinadora

Dra. Verônica Tavares Santos Batinga - Orientadora

Professora da UFRPE/DQ

Dra. Ana Paula de Souza de Freitas – 1º Avaliadora Externa
Professora da UFPE/CAA

Karla Maria Euzebio da Silva – 2º Avaliadora Interna
Professora de Ciências da Rede Municipal de Recife-Pernambuco
Doutoranda do PPGE/UFPE

Dedico esta monografia à minha avó, Lizete Eunice (*In Memoriam*), que me deixou exemplo de garra e honestidade, além da herança do ofício de professora. Também à minha filha, Lívia Lins, que a cada dia me ensina a ser uma pessoa melhor. É luz para meu caminho e força para que eu prossiga em busca do novo.

AGRADECIMENTOS

Porque para Ele deve ser dada toda honra e toda glória. Neste trabalho o primeiro agradecimento é para o meu maravilhoso Deus, que mesmo em meus momentos de falhas sempre esteve à minha frente.

Agradeço a meus avós, Lizete Eunice e Aucelio Fraga (*In Memoriam*) e a minha mãe, Alexandrina Eunice, dos quais herdei a vontade de conhecer o desconhecido, de buscar aperfeiçoamento pessoal e profissional e de possuir no DNA a fé, a sabedoria, a honestidade e a cidadania. Ao meu primo-irmão, Francisco Sheldoon, que é exemplo de superação.

Ao meu esposo, Williams Lins, e a nossa filha, Lívia Lins, que estiveram comigo desde o começo, em todas as horas, contribuindo positivamente na estruturação de minha vida. Sei que eles estarão dispostos a segurar minha mão em qualquer decisão que proporcione a nossa felicidade.

Agradeço a UFRPE por ser uma das instituições que me proporcionou grandes conhecimentos e habilidades na vida acadêmica e pessoal. A todo corpo docente, administrativo, ao Restaurante Universitário e todas as demais áreas, pois trabalham em conjunto em prol do crescimento de todos.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Veronica Tavares Santos Batinga que se dispôs em partilhar seus conhecimentos e apontar caminhos para construir os meus. Agradeço pela paciência e seriedade com que conduziu todos os trabalhos que elaboramos juntas. Deus a colocou em meu caminho e desejo que continue por toda a vida.

Aos meus amigos de sala, Evany Campos, Jobson Albuquerque, Eloisa Neves, Katuska Genuíno e Michele Pereira, pela linda união, pelo fiel companheirismo e por tornar a jornada de cinco anos mais suave e construtiva. As professoras do CODAI, Michele France e Maria dos Prazeres, que concederam a oportunidade de praticar exercício da licenciatura, propiciando meu primeiro contato em sala de aula.

A todos os familiares e amigos que me acrescentaram com desejos de bons sentimentos, palavras e gestos.

E a banca examinadora que aceitou o convite para me ouvir, ler e avaliar este trabalho, contribuindo assim com o novo ciclo de minha jornada profissional.

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo transformar enunciados de questões relacionadas com a Estequiometria presentes em livros didáticos de química do Ensino Médio, aprovados no PNLD 2018, em problemas. Para isso foram lidos e analisados os enunciados das 249 questões de seis livros didáticos de Química a partir de elementos que constituem a conceituação e características de exercícios e problemas, buscando categorizá-las conforme a diferenciação entre problemas e exercícios de Schnetzler e Santos (2010). Em seguida foram utilizadas as estratégias de Lopes (1994) e Freire e Silva (2013) para transformar exercícios em problemas com base na Abordagem de Resolução de Problemas. Os resultados apontam que 98,79% das questões analisadas se caracterizam como exercícios porque apresentam os seguintes aspectos no seu enunciado: presença de dados explícitos para resolução, resultado pré-estabelecido, foco disciplinar, possibilidades de respostas (certo ou errado), privilegiam a aplicação de algoritmos, fórmulas e equações para sua resolução, visando operacionalizar conceitos, a memorização e reprodução do conhecimento químico. Percebe-se que estratégias específicas podem ser adotadas para transformar enunciados de questões caracterizadas como exercícios em problemas de Química do tipo escolar. Por fim, o estudo pode contribuir para que os professores possam aprender a elaborar novos recursos didáticos (problemas) a partir do livro didático de Química e usá-los nas aulas de Estequiometria. Também em perceber que problemas e exercícios apresentam finalidades educativas distintas no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Livro Didático. Estequiometria. Ensino Médio. PNLD 2018.

ABSTRACT

This work aims to transform statements of questions related to Stoichiometry present in high school chemistry textbooks, approved in PNLD 2018, into problems. For this, the statements of the 249 questions of six chemistry textbooks were read and analyzed based on elements that constitute the conceptualization and characteristics of exercises and problems, seeking to categorize them according to the differentiation between problems and exercises by Schnetzler and Santos (2010). Next, the strategies of Lopes (1994) and Freire e Silva (2013) were used to transform exercises into problems based on the Problem Solving Approach. The results indicate that 98.79% of the analyzed questions are characterized as exercises because they present the following aspects in their statement: presence of explicit data for resolution, pre-established result, disciplinary focus, possibilities of answers (right or wrong), privilege the application of algorithms, formulas and equations for their resolution, aiming to operationalize concepts, memorization and reproduction of chemical knowledge. It is perceived that specific strategies can be adopted to transform statements of issues characterized as exercises into school-type chemistry problems. Finally, the study can contribute so that teachers can learn how to develop new teaching resources (problems) from the Chemistry textbook and use them in stoichiometry classes. Also in realizing that problems and exercises present distinct educational purposes in the teaching and learning process of scientific concepts.

Keywords: Problem solving. Textbook. Stoichiometry. High school. PNLD 2018.

LISTAS DE QUADROS

| | | |
|------------------|---|----|
| Quadro 1 | Diferença entre exercício e problema da vida real | 20 |
| Quadro 2 | Estratégias para transformar enunciados de exercícios em problemas | 21 |
| Quadro 3 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD1 | 34 |
| Quadro 4 | Exercícios de estequiometria do LD1. | 35 |
| Quadro 5 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD2 | 37 |
| Quadro 6 | Exercícios de estequiometria do LD2. | 38 |
| Quadro 7 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD3 | 39 |
| Quadro 8 | Exercícios de estequiometria do LD3. | 41 |
| Quadro 9 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD4 | 42 |
| Quadro 10 | Exercícios de estequiometria do LD4 | 42 |
| Quadro 11 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD5 | 43 |
| Quadro 12 | Exercícios de estequiometria do LD5 | 44 |
| Quadro 13 | Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD6 | 45 |
| Quadro 14 | Exercícios de estequiometria do LD6 | 47 |
| Quadro 15 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD1 e espelho de resposta de cada problema | 48 |
| Quadro 16 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD2 e espelho de resposta de cada problema | 51 |
| Quadro 17 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD3 e espelho de resposta de cada problema | 53 |
| Quadro 18 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD4 e espelho de resposta de cada problema | 55 |
| Quadro 19 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD5 e espelho de resposta de cada problema | 57 |
| Quadro 20 | Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD6 e espelho de resposta de cada problema | 59 |

LISTAS DE TABELAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabela 1 | Periódicos nacionais e internacionais selecionados segundo o Qualis CAPES (A e B) | 27 |
| Tabela 2 | Artigos encontrados na realização do levantamento bibliográfico | 28 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------|--|
| ABRP | APRENDIZAGEM BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS |
| ARP | ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS |
| BNCC | BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR |
| E | EXERCÍCIO |
| EM | ENSINO MÉDIO |
| EQ | ENSINO DE QUÍMICA |
| LD | LIVRO DIDÁTICO |
| MEC | MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA |
| P | PROBLEMA |
| PNLD | PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO |
| RP | RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 14 |
| 2.1 Livro Didático no Ensino e Aprendizagem de Química..... | 14 |
| 2.2 Abordagem de Resolução de Problemas no Ensino de Química: Aspectos Teóricos e Metodológicos | 17 |
| 2.3 Algumas orientações sobre a Elaboração e Resolução de Problemas em Química . | 20 |
| 2.4 Aspectos Sobre o Estudo da Estequiometria nas Aulas de Química..... | 23 |
| 3 METODOLOGIA..... | 26 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1 Levantamento Bibliográfico | 28 |
| 4.2 Análise das Questões Sobre Estequiometria de LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 e LD6. | 33 |
| 4.2.1 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD1 | 34 |
| 4.2.2 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD2 | 37 |
| 4.2.3 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD3 | 39 |
| 4.2.4 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD4 | 41 |
| 4.2.5 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD5 | 43 |
| 4.2.6 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD6 | 45 |
| 4.3 Transformando Exercícios dos LD1 a LD6 em Problemas do Tipo Escolar | 47 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 63 |
| REFERÊNCIAS | 64 |

1 INTRODUÇÃO

A abordagem de ensino ainda predominante na prática docente é a de transmissão-recepção, que foca na memorização de conteúdos, fórmulas e equações por meio da realização de exercícios que enfatizam a repetição. Nessa abordagem o professor é protagonista do processo de ensino, que muitas vezes faz uso do Livro Didático (LD) como recurso exclusivo, enquanto os estudantes atuam como receptores, cuja função é a de memorizar e reproduzir o conhecimento científico escolar nas avaliações de aprendizagem (SILVA; SCHNETZLER, 2008).

De modo geral, para Justi e Ruas (1997) esta prática não difere da adotada por muitos professores de Química, que enfatizam a abordagem de conhecimentos químicos teóricos e abstratos, priorizando a transmissão de informações descontextualizadas, sem buscar uma conexão com a vivência e realidade dos alunos a partir de problemas relativos a contextos cotidianos e sociocientíficos.

Nessa direção, os documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) menciona que os professores façam uso não apenas de LD, mas de diversas fontes e materiais didáticos, como por exemplo, documentários, reportagens de jornais, rótulo de alimentos, vídeos, revistas, artigos, jogos, internet, experimentos e problemas. Isto contribui para que haja uma maior diversidade de recursos didáticos para a abordagem de conceitos científicos na escola.

Logo, a Abordagem de Resolução de Problemas (ARP) parte de atividades e recursos didáticos, como por exemplo, a introdução de problemas escolares que visa o trabalho com vários tipos de conteúdos e propicia um ensino e aprendizagem que privilegie a construção de significados, e que faça sentido para os estudantes (SILVA, SÁ e BATINGA, 2019).

A ARP apresenta-se como uma abordagem didática que potencializa atender demandas e necessidades destacadas na BNCC, em especial: desenvolver materiais e estratégias de Resolução de Problemas (RP), com o intuito de possibilitar um ensino e aprendizagem de ciências da natureza/química a partir de relações com temas sociocientíficos e da realidade cotidiana (BRASIL, 2017).

Embora os docentes de Química avaliem a RP como uma atividade didática importante para o processo de ensino e aprendizagem, grande parte deles não distingue problemas de exercícios e apresentam a percepção de que esses termos possuem significado idêntico (LOPES, 1994; BATINGA, 2010). Como o LD, em muitos casos,

ainda é o principal recurso usado pelos professores no trabalho com os conteúdos químicos, consideramos relevante caracterizar as questões sobre Estequiometria nos Livros Didáticos de Química do Ensino Médio (EM) aprovados no PNLD 2018. Partir-se da hipótese de que tais questões se configuram como exercícios. Nessa perspectiva consideramos importante para a prática de Ensino de Química (EQ) transformar enunciados de exercícios em problemas do tipo escolar (Pozo, 1998), visando a elaboração de novos materiais/recursos didáticos.

O LD é um recurso útil para o docente, pois colabora com suas estratégias de ensino, servindo para o trabalho com os conteúdos nas suas dimensões microscópica, macroscópica e representacional (Brasil, 2018). Entretanto, vale destacar que o LD não deve se constituir como um recurso exclusivo para as estratégias de ensino e aprendizagem adotadas pelo professor, sendo necessário o uso de outros materiais e recursos didáticos para o desenvolvimento das aulas.

Uma revisão bibliográfica foi realizada para identificar estudos que discorrem sobre a abordagem de problemas em LD de Química. Para isso foi feito um levantamento bibliográfico em 12 periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino de Ciências/Química avaliados no Qualis CAPES (A e B), no período de 2017 a 2020, usando as palavras-chave: Resolução de Problemas, Estequiometria, Ensino Médio, Livro Didático, PNLD 2018 e Ensino de Química. Os periódicos foram: Enseñanza de las Ciencias, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Revista de Educação, Ciências e Matemática, Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Experiências em Ensino de Ciências, Actio: Docência em Ciências, Química Nova na Escola, Educación Química. Dentre os 33 artigos encontrados e analisados nenhum deles trata de estudos sobre a abordagem de problemas em livros didáticos com foco no conteúdo de Estequiometria. Isto destaca a relevância de investigar sobre esse conteúdo no contexto da elaboração de materiais didáticos para o EQ a partir de problemas.

Diante do exposto delimitou-se o seguinte **problema de pesquisa**: *Como transformar questões relativas a aspectos da Estequiometria encontradas nos Livros Didáticos de Química do Ensino Médio, aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, em Problemas?* Para responder este problema, os objetivos da pesquisa são: **Geral**: *Caracterizar e transformar as questões que tratam de aspectos*

da Estequiometria presentes em Livros Didáticos (LD) de Química do Ensino Médio (EM), aprovados no PNLD 2018, conforme elementos da Abordagem de Resolução de Problemas (ARP). Específicos: 1) Analisar os enunciados de questões acerca de aspectos da Estequiometria presentes em Livros Didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no PNLD 2018; 2) Adotar elementos da ARP para transformar em problemas algumas questões, presentes nos LD's e caracterizadas como exercícios, que tratam de aspectos da Estequiometria.

Esta pesquisa visa contribuir para a área de Ensino de Química na perspectiva de que os professores de Química diferenciem exercícios de problemas, suas finalidades de uso para fins de diferentes objetivos educacionais, para que eles façam uso de problemas em suas aulas e para a produção de material didático voltado ao ensino e aprendizagem de Estequiometria, como por exemplo, problemas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Livro Didático no Ensino e Aprendizagem de Química

O Brasil começou a se preocupar oficialmente com os LD a partir da criação do Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de Dezembro de 1983, onde se estabeleceu as condições de produção, importação e utilização do LD (BATISTA, 2011). Nessa época o LD era visto como instrumento de educação política e ideológica, e o Estado assumia o papel de censor deste tipo de material didático (NÚÑEZ et al. 2003).

Em 1985, o Decreto nº 91.542, em seu artigo 2º, regulamentou o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que visa avaliar frequentemente os LD. Para tanto, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) criou várias comissões, a fim de avaliar os LD da forma mais coerente possível, buscando manter os parâmetros de qualidade para o ensino. Em 1996, aconteceu a primeira avaliação e distribuição dos LD. Com o objetivo de melhorar as informações, os LD passaram a ser escritos por professores formados na área em que escreviam e, de preferência, que lecionassem nas séries para as quais escreviam (SILVA, 2012).

Ao longo do tempo em que se vive no ambiente escolar é possível perceber que o LD é o principal recurso didático na concretização do currículo escolar, podendo orientar quais conteúdos devem ser abordados, em que ordem, quais atividades de ensino, aprendizagem e avaliação realizadas (GAYAN; GARCÍA, 1997; NUÑEZ et al., 2003). Nesse sentido, a depender das condições sociais e econômicas das escolas

públicas brasileiras, dos alunos e dos professores, o LD ainda é utilizado como principal e muitas vezes único recurso didático dos docentes (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

O LD é um instrumento importante no processo de mediação didático-pedagógica, tendo em vista que apresentam conteúdos específicos de diversas disciplinas, na série apropriada, a partir de estratégias e atividades diversas e com articulações temáticas que permitem abordagens diferenciadas no âmbito da sala de aula (MORI; CURVELO, 2012). Tal mediação é realizada pelo professor. Nessa direção, os conteúdos, conceitos, procedimentos, atividades e informações contidos nos LD precisam estar adequados ao contexto didático-pedagógico de cada escola, conforme perfil de alunos, entretanto, esta adequação é papel do docente (VERCEZE; SILVINO, 2008).

Entretanto, muitos LD abordam uma ciência distante da realidade social dos alunos, impondo um conjunto de informações rígidas como verdade absoluta para justificar e explicar fatos e fenômenos (SIGANSKI, FRISON; BOFF, 2008). Ainda assim, este instrumento geralmente é o único ou principal material didático utilizado pelos docentes. Por essas razões é importante que o professor aprenda a realizar adaptações no LD, como por exemplo, transformar exercícios em problemas a partir da ARP.

Apesar da importância e influência que o LD exerce no processo de ensino e aprendizagem, é papel do professor buscar novas estratégias e recursos didáticos que contextualizem a aprendizagem dos alunos (BATISTA, 2011). Para isso é necessário investimento na formação de professores a fim de que eles possam ter uma boa preparação para desenvolver novos materiais didáticos a partir dos já existentes, em particular, partindo dos LD adotados no EQ.

Segundo Siganski, Frison e Boff (2008) o LD era considerado um instrumento pedagógico político e ideológico imposto pelo Estado. No Art. 208, Inciso VII da Constituição Federal do Brasil frisa que o LD e o dicionário da língua portuguesa eram de direito do estudante do país, onde os professores escolhiam os materiais que iriam ser trabalhados durante o período letivo, a partir de uma lista pré-selecionada pelo próprio Estado (NÚÑEZ, 2003; SIGANSKI; FRISON; BOFF, 2008). Com o surgimento do PNLD os LD passaram a ser indicados e escolhidos pelos próprios professores nas escolas.

Núñez (2003) comenta sobre uma positiva discussão crítica em relação à qualidade do Ensino Fundamental e em especial ao LD, no final do século 20. Neste diálogo surge a necessidade de as novas literaturas se adequarem à sociedade do século 21. Neste âmbito fala-se da Reforma Curricular nos primeiros ciclos do Ensino Fundamental que estabelece uma educação na qual, conforme citado por Núñez (2003, p. 1), “o conhecimento, os valores, as capacidades de resolver problemas, aprender a aprender, assim como a "alfabetização científica e tecnológica" são elementos essenciais”. Com isso, é percebido que o LD deve estar longe de ser objeto de transmissão, memorização e repetição dos conteúdos, que em algumas situações são priorizadas nas escolas (NÚÑEZ, 2003).

Com o intuito de o LD continuar contribuindo no ensino e aprendizagem é necessário um constante aperfeiçoamento e atualização das obras, como se tem percebido ao longo dos tempos. A abordagem dos conteúdos deve ser mais contextualizada e com incentivo às abordagens pedagógicas mais dinamizadas, dialogadas e construtivistas, como por exemplo, a RP.

O Guia do PNL 2018 (BRASIL, 2018) aponta que os estudantes de Química possuem maior aproveitamento das informações compartilhadas quando as aulas são construídas com caráter investigativo, por exemplo, buscando resolver problemas, uma vez que pode proporcionar maiores e melhores interações entre aluno-aluno e aluno-professor. Tais interações também podem ocorrer quando o estudante busca uma associação do conteúdo teórico com uma atividade experimental, sendo esta última usada para despertar o interesse de busca do conhecimento pelos alunos, tornando-se mais interessante quando considera elementos do cotidiano e aspectos sociocientíficos (BRASIL, 2018).

A avaliação dos LD de Química, segundo o Guia do PNL 2018 (BRASIL, 2018), foi realizada a partir de considerações de alguns critérios compreendidos na legislação educacional brasileira e particularidades do conhecimento químico e seu ensino. Assim, de acordo com Brasil (2018, p. 14):

Nesse sentido, os princípios e critérios de avaliação das obras consideram a Química como um conjunto de conhecimentos, práticas e habilidades, voltados à compreensão do mundo material nas suas diferentes dimensões, incluindo o contexto social de produção econômica. Assim, as relações sociais no mundo do trabalho, marcadas por processos de produção ligados à indústria química, bem como aos processos ambientais de geração, descarte e

tratamento de resíduos, devem integrar esse conjunto de conhecimentos, suas práticas e habilidades.

Os critérios contemplados no Guia do PNLD 2018 (BRASIL, 2018) para análise dos LD foram: descrição da obra, características gerais da obra, conformidade com a legislação, coerência do conhecimento químico na obra, pressupostos teórico-metodológicos do ensino de Química e perspectiva orientadora presente no Manual do Professor.

O objeto de estudo dessa pesquisa centra-se na caracterização e transformação de questões que tratam de aspectos da Estequiometria, encontradas em LD de Química do EM, aprovados no PNLD-2018, baseada em elementos da ARP. A seguir apresenta-se uma discussão sobre esta abordagem.

2.2 Abordagem de Resolução de Problemas no Ensino de Química: Aspectos Teóricos e Metodológicos

De acordo com a BNCC, a área de Ciências da Natureza, em especial, a Química tem um papel fundamental na formação de cidadãos ativos, capazes de resolver problemas emergentes de seu cotidiano, bem como problemas escolares que abrangem conhecimentos químicos específicos articulados com questões tecnológicas, ambientais e sociais (BRASIL, 2017).

Segundo Batinga e Teixeira (2014) e Pozo (1998) a RP é uma abordagem didática que tem por objetivo propiciar o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e o ensino e a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, considerando os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes no processo de resolução dos problemas.

A abordagem de RP se constitui como uma metodologia de ensino ativa para o trabalho com conteúdos químicos no contexto escolar, considerando que o conhecimento é produzido a partir da interação dos alunos com o problema e com os seus pares, o que possibilita o desenvolvendo de habilidades cognitivas, pessoais e coletivas para resolver problemas por parte dos alunos. Tais habilidades são mencionadas no documento da BNCC da educação básica, que discorre sobre a importância da construção e mobilização do conhecimento científico em situações reais e/ou contextualizadas de aprendizagem (BRASIL, 2017).

Para Laudan (1986), problema é uma situação instigante que propicia aos estudantes a construção de concepções científicas mais adequadas e próximas do contexto científico formal. Nesse trabalho adota-se o conceito de que problema é uma situação que o sujeito ou grupo precisa resolver, entretanto, não dispõe de uma solução direta e imediata, precisando elaborar estratégias que levem a solução, consultar fontes de informações, realizar pesquisas, buscar auxílio em recursos didáticos como livro, vídeos, artigos, experimentação etc. Além disso, é preciso um processo de reflexão por parte do sujeito e/ou grupo, o uso de estratégias adequadas e análise crítica para uma resolução coerente (BATINGA, 2014; GÓI; SANTOS, 2009; GONÇALES, 2018).

De acordo com Pozo (1998) os problemas podem ser do tipo: escolares, cotidianos e científicos. Nesse trabalho daremos ênfase aos problemas escolares, uma vez que esses buscam articular o conhecimento científico com o conhecimento cotidiano. Os problemas escolares são classificados em: quantitativo, qualitativo e pequenas pesquisas.

Segundo Pozo (1998) e Batinga (2010), os problemas quantitativos são aqueles que para serem resolvidos baseiam-se na aplicação de operadores e cálculos matemáticos, relação e utilização de grandezas químicas, comparação de dados e utilização de fórmulas e equações. As respostas para este tipo de problema pode ser ou não numérica. Já o problema qualitativo é aquele que o aluno precisa resolver por meio da mobilização de conhecimentos teóricos, sem haver necessidade de utilizar cálculos e/ou atividades práticas, como a experimentação. Enquanto o problema do tipo pequenas pesquisas envolve a realização de pesquisa para a resolução do problema proposto. Então é proposto para o estudante o desenvolvimento de um trabalho prático (não necessariamente atividades experimentais) e/ou de campo, buscando a compreensão dos conceitos científicos de forma articulada a fenômenos que ocorrem no cotidiano (BATINGA, 2010; POZO, 1998).

Para resolver um problema os alunos precisam reconhecê-lo, procurando compreender o que está sendo solicitado no enunciado, e mobilizar conceitos já aprendidos na tentativa inicial de resolução do problema. Outro aspecto é que o problema proposto precisa envolver uma aproximação com diferentes contextos, que contemplem situações que despertem o interesse dos alunos. Por outro lado, diversos tipos de conteúdos precisam ser abordados a partir de problemas, tais como: conceituais, procedimentais e atitudinais. Isto possibilita uma aprendizagem integrada,

contextualizada e permeada pela construção de significados pelos estudantes e possíveis de aplicação em outros contextos (GÓI; SANTOS, 2009; BATINGA, 2010).

Nessa perspectiva, o docente ao trabalhar com a ARP precisa propiciar o resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, instigando-os a refletir sobre o problema proposto, incentivando-os a enfrentar o desafio de resolver o problema e superar as dificuldades encontradas, auxiliando-os na elaboração e uso de estratégias adequadas para a resolução do problema (GÓI; SANTOS, 2009).

É fundamental que os professores saibam diferenciar exercícios de problemas, podendo entender essa divergência no escrito seguinte. O exercício foca no resultado e na resposta. Para resolvê-lo o aluno precisa utilizar-se de fórmulas, algoritmos, equações e procedimentos já memorizados para chegar a uma solução imediata (LOPES, 1994; POZO, 1998; BATINGA, 2010). O percurso para resolução de exercícios é introduzido a partir de práticas rotineiras, mecanizadas e repetitivas de vários exercícios em uma disciplina, em que o estudante aprende habilidades de memorização de técnicas de resolução (FREITAS; BATINGA; CAMPOS, 2017).

É possível perceber diferenças entre exercícios e problemas a partir da análise de seus enunciados e processo de resolução. Os exercícios são resolvidos usando fórmulas, algoritmos e procedimentos já aprendidos e automatizados. Nos seus enunciados todos os dados são apresentados de forma explícita e possuem apenas uma possibilidade de resposta (POZO, 1998). Enquanto, os problemas são resolvidos a partir de processos de reflexão e tomada de decisão. Seus enunciados contemplam situações abertas e com pouco ou nenhum dado explícito. Há várias possibilidades de estratégias de resolução, sendo possível mais de uma resposta adequada para a resolução do problema. Os problemas tem a finalidade de que os estudantes desenvolvam atitudes relacionadas à prática da ciência, a articulação do conhecimento científico com o cotidiano e autonomia (SALES; BATINGA, 2017).

O problema centra-se no processo de resolução do problema e não apenas no resultado. Busca despertar a curiosidade dos estudantes para atividades investigativas no processo de RP e propiciar a construção de significados sobre os conceitos científicos abordados nos problemas. É importante destacar que certa situação pode ser um problema para um estudante que nunca transitou por ela, mas pode ser um exercício para outro estudante que já vivenciou tal situação (LOPES, 1994; POZO, 1998). O quadro 1 apresenta algumas diferenças entre exercício e problema, conforme Schnetzler e Santos (2010).

Quadro 1: Diferença entre exercício e problema da vida real.

| Exercício | Problema da vida real |
|--|------------------------------------|
| Enunciados com dados explícitos | Enunciados com dados implícitos |
| Resultado pré-estabelecido | Várias possibilidades de respostas |
| Foco em uma disciplina | Abordagem multidisciplinar |
| Certo/errado | Adequado. Custo/benefício |
| Memorização e reprodução | Reflexão e tomada de decisão |
| Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações | Estratégias para soluções diversas |

Fonte: Adaptado de Schnetzler e Santos (2010)

É importante ressaltar que exercícios e problemas têm finalidades educativas diferentes no desenvolvimento de habilidades dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem de Química. Nesse sentido é fundamental para os professores de Química fazer uso do exercício ou do problema ou de ambos os recursos didáticos de acordo com os objetivos propostos e sua adequação ao ensino e aprendizagem. Adiante algumas orientações de como prosseguir para que problemas possam ser criados.

2.3 Algumas orientações sobre a Elaboração e Resolução de Problemas em Química

No momento de elaboração de problemas do tipo escolar ou na transformação de enunciados de exercícios em problemas busca-se levar em consideração alguns aspectos destacados por Batinga e Teixeira (2014) e Silva e Núñez (2002): 1) tipologia do problema; 2) grau de complexidade que se relaciona com a possibilidade de identificação e reconhecimento do problema pelo aluno, 3) grau de motivação e/ou interesse despertado pelo contexto do enunciado do problema, por exemplo, a partir da inclusão de situações relacionadas com o cotidiano dos alunos e/ou com aspectos sociocientíficos envolvendo as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), 4) ter a possibilidade de ser resolvido utilizando estratégias adequadas e 5) proporcionar a potencialidade do ensino e aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Segundo Lopes (1994) é necessário levar em consideração alguns critérios para que o enunciado de um problema seja elaborado, tais como:

- i. Planejar questões que articulem o conteúdo científico com situações do cotidiano;
- ii. Elaborar enunciados contextualizados, com uma quantidade de dados suficientes e necessários para a resolução;
- iii. Propor enunciados de questões com dados mais ou menos implícitos que disponham de vários caminhos que apontem para soluções plausíveis;
- iv. Criar certa complexidade adequada aos problemas a partir da inserção de informações no enunciado, que instiguem o aluno a buscar informações, refletir sobre seus conhecimentos prévios, formular hipóteses e tomar decisões.

Para transformar um exercício em um problema escolar é importante seguir algumas diretrizes: delimitar um objetivo educacional para o problema a partir do exercício e selecionar o exercício através de um recurso didático, como o LD (LOPES, 1994; FREIRE; SILVA, 2013). Neste trabalho foi possível transformar os enunciados de exercícios em problemas a partir das estratégias de Lopes (1994) e Freire e Silva (2013) apresentadas conforme o quadro 2:

Quadro 2: Estratégias para transformar enunciados de exercícios em problemas

| |
|---|
| Aumentar o número de dados que são necessários para responder à (s) questão formulada (s); |
| Diminuir ou anular o número de dados explícitos que são necessários para responder à (s) questão formulada (s); |
| Retirar algumas ou todas as pistas/questões de orientação; |
| Acrescentar informações à situação química apresentada no enunciado, no sentido de torná-la mais complexa. |

Fonte: Lopes (1994) e Freire e Silva (2013).

Em relação ao processo de resolução de problemas, Bachelard (1996) enfatiza que definir um problema é uma questão importante para poder avançar no conhecimento. A definição do problema por cada aluno implica na definição das fronteiras entre o que é conhecido e o que não é conhecido, delimitando-se o conteúdo deste último. A solução de qualquer problema começa com sua definição, ou ao menos com a tomada de consciência do que é solicitado em seu enunciado.

Segundo Silva e Nuñez (2002) é importante que os professores orientem os estudantes sobre a necessidade de definir um problema por ser uma das etapas que faz parte do processo de resolver problemas, o que pode contribuir para a sua resolução.

A RP envolve analisar situações, pensar estratégias para solucioná-las, buscar e analisar informações, elaborar e testar hipóteses. Desse modo, quando o aluno se envolve com a RP ele mobiliza conceitos, raciocina, pensa e desenvolve autonomia. A BNCC (BRASIL, 2017) enfatiza que o processo de formação na educação básica deve estar a serviço da preparação dos alunos para a vida. Então, é esperado que os professores e os LD façam uso da ARP.

Nessa perspectiva discutiremos algumas orientações que caracterizam o processo de RP fundamentada em posições socioconstrutivistas de acordo Gil Pérez; Martinez Torregrosa e Sement Pérez (1988).

Gil Pérez, Martinez Torregrosa, Sement Pérez (1988) apontam algumas orientações que caracterizam o processo de RP com base em aspectos da investigação científica, procurando adaptá-la a realidade do contexto escolar, nesse caso, especificamente nos remetemos às aulas da disciplina de Química. A seguir são sistematizadas estas orientações buscando caracterizar o processo de RP em Química e suas etapas.

1) Elaborar e/ou propor problemas oriundos de temas sociocientíficos e cotidianos que surgem das situações vividas pelos alunos em seu contexto social e/ou natural por meio de um processo de problematização.

2) Favorecer a discussão e reflexão dos alunos sobre a relevância e possível interesse em relação aos problemas apresentados.

3) Possibilitar discussões, interações e análises qualitativas significativas, que ajudem a compreender o problema proposto e formular perguntas que direcionem a busca de respostas.

4) Considerar a elaboração de hipóteses como uma atividade central da resolução de problemas, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento dos problemas e de tornar explícitas as concepções dos alunos.

5) Realizar análises baseadas nas hipóteses iniciais elaboradas pelos alunos, buscando fundamentá-las teoricamente, evitando resultados carentes de significação química.

6) Conceder atenção especial à elaboração de memórias científicas que reflitam o percurso adotado pelos alunos na busca de respostas para o problema, ressaltando o papel da interação, do debate e da comunicação durante a resolução de problemas.

7) Enfatizar a dimensão coletiva da ARP, por meio da socialização do conhecimento produzido em sala de aula, privilegiando a interação entre o professor e alunos e alunos-alunos nos grupos de trabalho.

Nesse estudo, as questões caracterizadas como exercício a partir da análise do conteúdo de Estequiometria presente nos LD de Química, aprovados no PNLD 2018, foram transformadas em problemas do tipo escolar (POZO, 1998). Esses problemas possibilitam uma aproximação do contexto cotidiano dos estudantes com os conhecimentos químicos abordados nas aulas, buscam também promover uma participação efetiva dos alunos na tomada de decisão frente às situações propostas, por meio de possíveis articulações entre o conteúdo específico tratado no problema e sua aplicação no cotidiano e/ou em outros contextos (LEITE; AFONSO, 2001).

Um aspecto importante na Abordagem de Resolução de Problemas (ARP), é que o enunciado do problema deve ser contextualizado e permitir que o aluno recorra aos seus conhecimentos prévios como forma de elaborar hipóteses, que correspondem a uma resposta inicial ao problema. O professor atua como mediador do processo de resolução e faz uso de recursos didáticos, como por exemplo, o livro didático de Química que se constitui como uma das fontes de informação que auxiliam os estudantes na elaboração de estratégias para solucionar problemas.

Daí a importância de se analisar se os LD de Química apresentam problemas, principalmente, os livros aprovados no PNLD 2018, que atualmente ainda são adotados em grande parte nas aulas de Química de escolas públicas de Ensino Médio de Pernambuco.

Este estudo visa contribuir para elaboração de problemas sobre Estequiometria, como um recurso didático para as aulas de Química, a partir do resultado encontrado na análise das questões dos livros sobre este conteúdo.

2.4 Aspectos Sobre o Estudo da Estequiometria nas Aulas de Química

De um modo geral, os estudantes apresentam dificuldades em compreender o conteúdo de Estequiometria. Uma das formas de contribuir para minimizar tais dificuldades pode ser a partir da abordagem deste conteúdo, considerando as suas dimensões: macroscópica, microscópica e representacional (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Os estudos sobre a estequiometria se iniciaram no século XVIII com Richter, que criou a expressão estequiometria que significa “medida de elementos”. A palavra elemento deriva do grego e significa *stoicheion* (MIGLIATO FILHO, 2005). Posteriormente, passou a abranger as informações qualitativas e quantitativas associadas às fórmulas das diferentes substâncias e suas reações químicas representadas por equações químicas.

Estudar o conteúdo de Estequiometria pode se tornar mais interessante para o aluno quando se discute suas relações a partir de sua aplicação e contextualização, por exemplo, no contexto de produtos químicos utilizados nas residências como produto de limpeza. Nessa perspectiva, o papel docente é o de propiciar aos estudantes processos de reflexão, busca, análise e tomada de decisão durante a resolução de uma diversidade de problemas que podem ser abordados no contexto escolar sobre este conteúdo.

Quando se quer representar simbolicamente uma reação química é feita uma equação contendo substâncias que são separadas, por uma seta, em dois lados. De um lado encontram-se os reagentes, que são as primeiras entidades químicas do sistema que vão reagir, e do outro lado da seta estão os produtos, que são o resultado da reação química entre as entidades dos reagentes. Além disso, como as reações ocorrem envolvendo quantidades específicas de matéria, é necessário quantificar as entidades químicas presentes no meio reacional.

Essa interpretação quantitativa das reações químicas é denominada de Estequiometria (ATKINS, 2006). Nesta acontece o balanceamento que é a apresentação da quantidade relativa do que reage e do que é formado. De acordo com Maldaner (2000) a estequiometria estuda as relações de quantidade envolvidas nas reações químicas na interação entre as substâncias reagentes como forma de prever as quantidades de produtos formados.

O conceito de estequiometria diz respeito à relação entre as quantidades de substâncias reagentes que interagem para formar a maior quantidade possível de produto ou novas substâncias num sistema reacional. Segundo a Lei das proporções definidas as quantidades de substâncias reagentes interagem numa proporção definida de números inteiros. Estas quantidades representam os coeficientes estequiométricos de uma reação química. Tais coeficientes referem-se à quantidade de matéria de reagentes que interagem para formar produtos (MORTIMER; MACHADO, 2002).

A partir da estequiometria consegue-se obter dados importantes, como por exemplo, a quantidade de substância suficiente para uma indústria produzir determinado

produto sem haver desperdício, a quantidade produzida de gases poluentes em determinado lugar, o sucesso de uma receita de bolo, dentre outras coisas que cercam a sociedade cotidianamente.

Em se tratando das dificuldades de aprendizagem sobre estequiometria no ensino médio, de um modo geral, estas se relacionam com a forma meramente descritiva que este conteúdo é abordado nas aulas de química. Muitos dos professores preocupam-se em enfatizar o aspecto matemático da estequiometria em detrimento de uma compreensão química sobre o significado deste conceito. Deste modo, o aluno é conduzido a desenvolver o raciocínio matemático com a finalidade exclusiva de memorizar procedimentos para a resolução de questões envolvendo os aspectos quantitativos dos fenômenos químicos. Isto pode estar relacionado ao fato de que muitos livros didáticos de Química enfatizam esta forma de abordar a estequiometria. E na maioria das vezes este recurso didático tem se constituído quase que exclusivamente como único recurso utilizado pelos professores nas aulas de química do ensino médio.

Nessa perspectiva, podemos entender que as questões postas para os alunos se caracterizam como exercícios que servem para a operacionalização de conceitos, em detrimento da abordagem de resolução de problemas sobre estequiometria. Outro fator que muitas vezes leva os alunos a não entender as relações matemáticas necessárias à compreensão das relações estequiométricas é a dificuldade que os mesmos apresentam relacionada a conhecimentos básicos de matemática (HARTWIG, 1981).

Consideramos com base nos resultados da investigação sobre resolução de problemas envolvendo conceitos relacionados à estequiometria que a compreensão dos conceitos de quantidade de matéria, reação química, conservação de massas num sistema reacional e representação de reações químicas (balanceamento) tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo se constituem como conhecimentos anteriores necessários para que os alunos venham se apropriar de uma melhor compreensão e aprendizagem do conceito de estequiometria, podendo mobilizá-los de forma articulada em situações em que sejam requeridos a resolver problemas sobre estequiometria nas aulas de química numa perspectiva do ensino por investigação.

Em síntese podemos sugerir que a resolução de problemas sobre estequiometria, nas aulas de Química, que vise atender as necessidades, motivação e interesses de aprendizagens dos alunos pode privilegiar a proposição e resolução de problemas escolares inicialmente qualitativos com ênfase macroscópica seguidos de

problemas quantitativos considerando aspectos microscópicos que estejam relacionados com a realidade dos alunos e que eles possam atribuir significado.

A título de exemplo, podemos destacar problemas do tipo qualitativo no nível macroscópico centrados em como se dá a produção de sabão, buscando o entendimento do aluno sobre a identificação das substâncias reagentes e dos produtos formados nas reações químicas de obtenção do sabão e o conhecimento das equações químicas que representam esta reação. Isto pode ser feito utilizando experimentos para produção de sabão artesanal. Partindo primeiramente de problemas qualitativos pode-se integrar os aspectos macroscópicos aos microscópicos da estequiometria através da resolução de problemas do tipo quantitativo também relacionados à produção de sabão (BATINGA, 2010).

Ainda segundo Batinga (2010) pode-se instigar os alunos a pensar em estratégias que permitam encontrar qual a proporção em quantidade de matéria e em massa de reagentes que vão interagir para formar os produtos na reação de obtenção do sabão. Nesse caso, é necessário que os alunos aprendam a fazer o balanceamento da equação química que representa a reação de obtenção do sabão e realizem cálculos de massa molar e operações matemáticas envolvendo proporção relativa às relações entre a quantidade de matéria e a massa de reagentes e produtos que participam da reação de saponificação.

3 METODOLOGIA

Esse estudo se aproxima de uma pesquisa de natureza qualitativa (TRIPP, 2005) por focar na descrição, análise e interpretação do fenômeno analisado/objeto de pesquisa. Especificamente, nesse trabalho, objetiva analisar as questões de Estequiometria presentes nos LD de Química, e que se caracterizadas como exercícios, transformá-las em problemas escolares de Química, a fim de diversificar o uso de materiais didáticos na prática docente de química. O conteúdo de Estequiometria é relevante por ter vasta aplicação, como nas atividades da vida cotidiana, dosagem de medicamentos nos seres vivos, uso de materiais de limpeza sanitária e técnicas industriais.

Primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico com o objetivo de encontrar pesquisas relacionadas com o tema a Abordagem de Resolução de Problemas em Livros Didáticos de Química do Ensino Médio, referente ao intervalo entre 2017 a

2020. A fonte de pesquisa foram artigos de 21 periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino de Ciências e Química, classificados no Qualis Capes (A e B). A busca foi feita por meio das palavras-chave: Resolução de Problemas, Estequiometria, Ensino Médio, Livro didático, PNLD 2018 e Ensino de Química. A tabela 1 apresenta o nome dos periódicos pesquisados e sua classificação no Qualis CAPES. Esses periódicos foram escolhidos por serem relevantes na divulgação de pesquisas na área de ensino de ciências e química em âmbito nacional e internacional.

Tabela 1: Periódicos nacionais e internacionais selecionados segundo o Qualis CAPES (A e B)

| ESTRATO | PERIÓDICO | ISSN |
|---------|---|-----------|
| A1 | Ciência & Educação | 1516-7313 |
| A1 | Enseñanza de las Ciencias | 0212-4521 |
| A1 | Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências | 1415-2150 |
| A1 | Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias | 1697-011X |
| A2 | Investigações em Ensino de Ciências | 1518-8795 |
| A2 | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 1806-5104 |
| A2 | Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | 1579-1513 |
| A2 | Ciência e Cultura | 0009-6725 |
| A2 | Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia | 1982-5153 |
| A2 | Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia | 1982-873X |
| A2 | Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática | 1517-4492 |
| A2 | Revista de Educação, Ciências e Matemática | 2238-2380 |
| A2 | Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciências | 1850-6666 |
| A2 | Rencima – Revista de Ensino de Ciências e Matemática | 2179-426X |
| B1 | Ciência & Ensino | 1414-5111 |
| B1 | Experiências em Ensino de Ciências | 1982-2413 |
| B1 | Revista Brasileira de História da Ciência | 2176-3275 |
| B1 | Actio: Docência em Ciências | 2525-8923 |
| A1 | Educación Química | 0187-893X |
| B1 | Química Nova na Escola | 0104-8899 |

Em seguida foram analisadas as unidades didáticas de Estequiometria de seis livros didáticos de Química denominados de (LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 e LD6), encontradas, a depender do exemplar, nos 1º e 2º ano do Ensino Médio aprovados pelo PNLD-2018 (BRASIL, 2018). Para isso foi feita uma leitura detalhada de cada unidade e das questões que tratam de aspectos relativos ao conteúdo de Estequiometria, comparando e buscando aproximações com as categorias de análise delimitadas para esse trabalho, no contexto da ARP, como: conceituação, características de exercícios e problemas, e estratégias para transformar exercícios em problemas (LOPES, 1994; FREIRE; SILVA, 2013).

Logo após, buscou-se transformar os enunciados de algumas questões, escolhidas de forma arbitrária, relativas a elementos da Estequiometria e caracterizadas como exercícios, em problemas. Para isso considerou-se os elementos teórico-práticos da ARP para elaboração de problemas do tipo escolar (POZO, 1998), as diferenças entre exercícios e problemas propostas por Schnetzler e Santos (2010) (quadro 1) e critérios adotados para transformar exercícios em problemas, segundo Lopes (1994) e Freire e Silva (2013) (quadro 2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento Bibliográfico

Para a seleção dos artigos na fase do levantamento bibliográfico foi considerado, no primeiro momento, pesquisas desenvolvidas sobre a temática de LD de Química no Ensino Médio. Então, considerou-se a presença das palavras-chave Livro Didático, Química e Ensino Médio, constando no título e/ou nas palavras-chave e/ou no resumo e corpo do texto de cada artigo selecionado. Estes artigos foram denominados de T1 a T33. A tabela 2 informa o ano de publicação, o nome do periódico, o título do trabalho, o nome dos autores e o conteúdo ou assunto trabalhado na pesquisa.

Tabela 2: Artigos encontrados na realização do levantamento bibliográfico

| T | ANO | PERIÓDICO | TÍTULO | AUTOR(ES) | CONTEÚDO/ ASSUNTO |
|---|-----|-----------|--------|-----------|----------------------|
|---|-----|-----------|--------|-----------|----------------------|

| | | | | | |
|----|------|---|---|--|---|
| T1 | 2017 | | Análisis de las estructuras textuales de los textos escolares de química em relación a su función docente | Ainoa Marzábal Blancafort e Mercè Izquierdo Aymerich | - |
| | | Enseñanza de las Ciencias | | | |
| T2 | 2019 | | ¿Qué ciência se presenta em los libros de texto de Educación Secundaria? | Margarita Minerva Ibáñez-Ibáñez, María del Carmen Romero-López, María del Pilar Jiménez-Tejada | - |
| T3 | 2020 | Investigações em Ensino de Ciências | Investigando Aproximações Entre Textos De Divulgação Científica E Livros Didáticos De Química | Maria Bruna Costa de Oliveira, Leonardo Baltazar Cantanhede, Severina Coelho da Silva Cantanhede | Ligações Químicas |
| T4 | 2019 | Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | Qualidade dos Livros Didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático: análise do tema Estrutura da Matéria e Reações Químicas | Amadeu Moura Bego, José Bento Suart Júnior, Kamila Ferreira Prado e Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani | Estrutura da matéria e Reações químicas |
| T5 | 2020 | | A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio | Alessandra Carvalho de Sousa, Cristina Emanuely da Silva e Tairiz Tatiani da Costa | Química Verde |
| T6 | 2018 | Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia | Os livros didáticos de química e a resistência às mudanças no estilo de pensamento | Tiago Franceschini da Rosa; Marcelo Lambach | - |
| T7 | 2018 | | Relações CTS em livros didáticos da área de ciências: uma análise das pesquisas realizadas no período de 2010 a 2017 | Juliana Pinto Viecheneski; Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira; Marcia Regina Carletto | - |
| T8 | 2017 | Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia | Concepções estereotipadas sobre o aquecimento global em livros didáticos de química | Evelyn Jeniffer de lima Toledo, Luiz Henrique Ferreira | Gases |
| T9 | | | Análise do potencial didático do livro de ficção científica no ensino de | Danielle Cristina Duque Estrada Borim, Marcelo | - |

| | | ciências | Borges Rocha | | |
|-----|------|--|--|---|------------------------------|
| T10 | 2018 | | O ensino do modelo atômico de Borh em livros texto e uma nova proposta com realidade aumentada para promover a visualização | Cristian Merino, Sergio Bernal, Felipe Gallardo, Natalia Cândido, Miriam Struchiner | Modelo atômico |
| T11 | 2019 | | Perfil epistemológico para o conceito de transformações apresentado nos livros didáticos de química da 1ª série do ensino médio | Larissa Dorigon, Diullye Miola, Marco Antonio Batista Carvalho, Lourdes Aparecida Della Justina, Rosana Franzen Leite | Transformações |
| T12 | 2017 | | A transposição didática do conteúdo equilíbrio químico molecular | Priscila do Nascimento Silva, Flávia Cristiane Vieira da Silva, José Euzébio Simões Neto | Equilíbrio químico molecular |
| T13 | | Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática | A temática dos agrotóxicos: uma análise em livros didáticos de química do ensino médio aprovados no plano nacional do livro didático de 2015 | Alechania Misturini, Carolina dos Santos Fernandes | |
| T14 | 2018 | | A representação das reações redox através das imagens em livros didáticos brasileiros de química | Luciane Fernandes de Goes, Keysy Solange Costa Nogueira, Carmen Fernandez | Reação redox |
| T15 | | | Uma breve história da geometria molecular sob a perspectiva didático-epistemológica de guy brousseau | Kleyfton Soares da Silva, Laerte Silva da Fonseca, Johnnatan Duarte de Freitas | Geometria molecular |
| T16 | 2018 | Revista de Educação, Ciências e Matemática | A química em livros didáticos para o ensino médio: uma análise do discurso imagético | Maria Cristina do Amaral Moreira, Filipe Rodrigo Souza Batista | - |
| T17 | | Rencima – Revista de Ensino de Ciências e Matemática | Aproximações e distanciamentos dos conceitos de gás e vapor nos livros didáticos de química aprovados no PNLEM 2018 | Jaqueline da Silva Costa; João Paulo Mendonça Lima; Victor Hugo Vitorino Sarmento | Gás e vapor |
| T18 | 2020 | | O Modelo Atômico de Thomson: um estudo sobre o livro didático, estratégia docente e concepção dos alunos | Danilo Lopes Santos; Geraldo Wellington Rocha Fernandes | Modelo Atômico de Thomson |

| | | | | | |
|-----|------|------------------------------------|--|---|---------------------------------|
| T19 | | | A explicação como tipo textual nos livros didáticos de ciências naturais – aproximações teórico-metodológicas | Mirtes Ribeiro de Lira; Francimar Martins Teixeira | - |
| T20 | 2019 | Experiências em Ensino de Ciências | Análise epistemológica das propostas de atividades experimentais Do capítulo “soluções” dos livros didáticos de química PNLEM 2018 | Jean Pscheidt Weiss; Marcelo Lambach | Soluções |
| T21 | 2017 | | Parâmetros de alfabetização científica e alfabetização tecnológica na educação em química: analisando a temática ácidos e bases | Leonir Lorenzetti, Giselle Henequin Siemsen, Silvaney de Oliveira | ácidos e bases |
| T22 | | | A fotografia científica e as atividades experimentais: livros didáticos de química | Catherine Flor Gerald Vogt, Ana Julia Cecatto, Marcia Borin da Cunha | Experimentos |
| T23 | | | Analisando a temática experimentação no ensino de química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015 | Mateus Guimarães Carneiro, Matheus Junior Baldaquim, Luana Pires Vida Leal | Eletroquímica |
| T24 | 2018 | Actio: Docência em Ciências | Ensino do modelo atômico de Bohr, quimioluminescência e luminol: análise dos livros didáticos de Campo Mourão com base nas diretrizes curriculares da educação básica de química do Paraná | Adil de Souza Oliveira Junior, Maria Vitória de Oliveira Rodrigues, Lorena Gabriela da Silva Ovídio Pereira, Bruna Adriane Fary | Modelo atômico; Química forense |
| T25 | | | As marcas de aprendizagem por meio da pesquisa, da escrita e da leitura de livros de divulgação científica: uma possibilidade para a sala de aula | Anelise Grünfeld de Luca, Sandra Aparecida dos Santos, José Claudio Del Pino, Michelle Câmara Pizzato | |
| T26 | 2017 | Educación Química | Ligações químicas em livros didáticos de química: uma análise dos elementos dos gêneros de discurso | João Rufino de Freitas Filho, Sírío Pereira da Silva, Cleiton Luiz da Silva Souza, Ladjane Pereira da Silva Rufino de | ligações químicas |

| | | | | |
|-----|------|------------------------|--|---|
| | | | Freitas, Juliano Carlo Rufino de Freitas, Jucleiton José Rufino de Freitas | |
| T27 | 2018 | | Um experimento não didático em química: uma análise das abordagens aos livros didáticos | Bruno Silva Leite Atividades experimentais |
| T28 | 2019 | | Ligações entre metais: reflexões a partir de dois modelos usados em livros didáticos brasileiros de química | Wilmo Ernesto Francisco Junior, Erivaldo Vieira da Silva, Welington Francisco ligação metálica |
| T29 | | | O Tema “Alumínio” nas Coleções do PNLD 2018: Uma Análise de Acordo com a Educação CTS | André R. Toquette Alumínio |
| T30 | | | Ácidos e Bases nos Livros Didáticos: Ainda Duas das Quatro Funções da Química Inorgânica? | Claudiane Lima Edilson F. de Moradillo Ácidos e Bases |
| T31 | | | O Conhecimento Escolar: Um Estudo do Tema Diagrama de Linus Pauling em Livros Didáticos de Química – 1960/1970 | André A. G. Bianco Reginaldo A. Meloni Diagrama de Linus Pauling |
| | 2019 | Química Nova na Escola | | Renata R. D. Bellas Indman R. L. Queiroz Luiza R. F. C. Lima José Luis P. B. Silva substância |
| T32 | | | O Conceito de Substância Química e Seu Ensino | |
| T33 | | | Alimentação e o Ensino de Química: Uma Análise de Livros Didáticos Aprovados pelo PNLD 2018 | Alana M. Homrich Nicolle Ruppenthal Carlos A. Marques Alimentação |

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Foi percebido que dentre os 33 artigos encontrados e analisados nos 12 periódicos pesquisados, nenhum deles trata de estudos sobre a Abordagem de Resolução de Problemas em Livros Didáticos com foco no conteúdo de Estequiometria.

Isto destaca a relevância de investigar sobre esse conteúdo no contexto da elaboração de materiais didáticos para o Ensino de Química a partir de problemas e da ARP.

4.2 Análise das Questões Sobre Estequiometria de LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 e LD6.

Após leitura detalhada das unidades didáticas sobre Estequiometria do LD1 a LD6 verificou-se o seguinte quantitativo de questões: LD1: 55; LD2: 48; LD3: 57; LD4: 24; LD5: 41 e LD6: 24. O enunciado de cada questão foi analisado a partir das categorias estabelecidas segundo Schnetzler e Santos (2010) (ver quadro 1): Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF) que se referem a características e diferenças entre exercício e problema.

Sobre estas categorias, Schnetzler e Santos (1997) apontam que os exercícios disponibilizam todas as informações necessárias no seu enunciado, o que não requer do aluno uma maior reflexão; as respostas já são pré-determinadas e conhecidas, ou seja, já sabe o que se deve ter como resultado; quando um exercício é resolvido, não se leva em conta aspectos da interdisciplinaridade, mas se tem o foco voltado para apenas uma disciplina; quando se chega à resposta há a possibilidade desta apenas está certa ou errada, levando em conta apenas a resposta final e não o processo de resolução. Nesse sentido, há o predomínio da transmissão de conhecimento com ênfase nos mecanismos de reprodução e memorização do conteúdo e dos caminhos que devem ser percorridos; E por fim privilegia-se a constante utilização de fórmulas e algoritmos na resolução de exercícios.

A análise dos enunciados apontou que as 249 questões que envolvem aspectos da Estequiometria presentes nos livros analisados, 246 se caracterizam como exercícios e as configuram como instrumento de aprendizagem e avaliação dos alunos, que de um modo geral, valorizam a fixação, repetição, memorização e aplicação de técnicas, fórmulas, equações e algoritmos químicos relativos ao conteúdo analisado. Como esse trabalho centra-se em transformar exercícios em problemas (Pozo, 1998), apresenta-se a seguir, a análise de algumas questões caracterizadas como exercícios, extraídas dos LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 e LD6, e em seguida o item 4.3 que discorre sobre como transformar os enunciados destas questões em problemas a partir da categoria tipologia de problemas escolares, segundo Pozo (1998), e da adoção de estratégias específicas propostas pelos autores Lopes (1994) e Freire e Silva (2013).

4.2.1 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD1

No LD1, as cinquenta e cinco questões presentes na parte denominada de “Exercícios” do capítulo dois deste livro, referente ao conteúdo de Estequiometria, foram analisadas com base em categorias estabelecidas a partir de Schnetzler e Santos (2010) (ver quadro 1). As questões analisadas foram nomeadas de E1 a E55 e as características encontradas se apresentam no quadro 3.

Quadro 3: Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD1

| | DE | R | D | C/E | MR | AF | | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|-----|----|---|---|-----|----|----|-----|----|---|---|-----|----|----|
| E1 | x | x | x | x | x | | E29 | x | x | x | x | x | x |
| E2 | x | x | x | x | | | E30 | x | x | x | x | | |
| E3 | x | x | x | | | | E31 | x | x | x | x | x | x |
| E4 | x | x | x | | | | E32 | x | x | x | x | x | x |
| E5 | x | x | x | x | | | E33 | x | x | x | x | x | x |
| E6 | x | x | x | x | | x | E34 | x | x | x | x | x | x |
| E7 | x | x | x | x | x | | E35 | x | | | | | x |
| E8 | x | x | x | x | | | E36 | x | x | | x | x | x |
| E9 | x | x | x | | | | E37 | x | x | x | x | x | x |
| E10 | x | x | x | x | | x | E38 | x | x | x | x | x | x |
| E11 | x | x | x | x | | x | E39 | x | x | x | x | x | x |
| E12 | x | x | x | x | | | E40 | x | x | x | x | x | |
| E13 | x | x | x | x | | | E41 | x | x | x | x | x | x |
| E14 | x | x | x | x | | | E42 | x | x | x | x | x | x |
| E15 | x | x | x | x | | | E43 | x | x | | x | x | x |
| E16 | x | x | x | x | x | x | E44 | x | x | | x | x | x |
| E17 | x | x | x | x | x | x | E45 | x | x | x | x | x | x |
| E18 | x | x | x | x | x | x | E46 | x | x | x | x | x | x |
| E19 | x | x | x | x | x | x | E47 | x | x | x | x | x | x |
| E20 | x | x | x | x | x | x | E48 | x | x | | x | x | x |
| E21 | x | x | x | x | x | x | E49 | x | x | x | x | x | x |


| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| E22 | x | x | | x | x | x | E50 | x | x | x | x | x | x |
| E23 | x | x | x | x | x | x | E51 | x | x | x | x | x | x |
| E24 | x | x | | x | x | x | E52 | x | x | x | x | x | x |
| E25 | x | x | x | x | x | x | E53 | x | x | x | x | x | x |
| E26 | x | x | x | x | x | x | E54 | x | x | x | x | x | x |
| E27 | x | x | x | x | x | x | E55 | x | x | | x | x | x |
| E28 | x | x | x | x | x | x | | | | | | | |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A partir da análise do quadro 3 pode-se verificar que as questões propostas no LD1 contêm todos os dados para resolução explícitos em seus enunciados. Outro ponto é que o resultado é pré-estabelecido, ou seja, há previsão de uma resposta única para cada questão, o que não foi identificado apenas na questão E35. A maioria das questões foca apenas na disciplina de química. Há a possibilidade de a resposta ser certa ou errada, sendo possível de resolver com a aplicação de algoritmos e cálculos matemáticos e fórmulas químicas, com ênfase na memorização e reprodução do conhecimento químico. Essas são características de enunciados de exercícios segundo Lopes (1994) e de Schnetzler e Santos (2010). A título de ilustração escolhemos aleatoriamente quatro questões sobre Estequiometria (E10, E17, E26 e E45) do LD1 caracterizadas como exercício, as quais estão dispostas no quadro 4.

Quadro 4: Exercícios de estequiometria do LD1.

| | |
|--|--|
| <p> LD1. Exercício 10 (E10):</p> <p>O ferro metálico é obtido a partir dos minérios de ferro, como hematita (Fe_2O_3) e magnetita (Fe_3O_4), extraídas por mineradoras. O Brasil é um grande exportador de minérios de ferro. Nas usinas, esses minerais sofrem vários processamentos. Um deles é a reação em altos-fornos com carvão. Em uma das reações ocorridas, formam-se o ferro metálico e o monóxido de carbono, de acordo com as equações abaixo não balanceadas. A respeito desse assunto, faça o balanceamento e julgue os itens, com C para os corretos e E para os errados.</p> | |
| I. | Hematita |
| | $\underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \underline{\hspace{1cm}} \text{C}(\text{s}) \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}(\text{s}) + \underline{\hspace{1cm}} \text{CO}(\text{g})$ |
| II. | Magnetita |
| | $\underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \underline{\hspace{1cm}} \text{C}(\text{s}) \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{Fe}(\text{s}) + \underline{\hspace{1cm}} \text{CO}(\text{g})$ |
| | 1) A quantidade de átomos de ferro obtida será a mesma tanto para |

hematita como para magnetita usados como reagentes.

- 2) No balanceamento das equações químicas determinam-se os índices de cada substância envolvida no processo.
- 3) A soma dos coeficientes da equação I é diferente da soma da equação II.
- 4) Os coeficientes dos produtos serão iguais nas duas equações.
- 5) As reações descritas ocorreram com conservação de massas e segundo proporções variáveis entre reagentes e produtos.

LD1. Exercício 17 (E17):

O etanol é obtido da sacarose por fermentação, conforme a equação:



Determine a quantidade de matéria de etanol (C₂H₅OH) a partir de 5 mol de sacarose.

LD1. Exercício 26 (E26):

Um produto de cultura milenar é o vinagre. Para a fabricação, basta deixar o vinho azedar. Nessa reação, o etanol (C₂H₅OH), substância encontrada no vinho, reage com o gás oxigênio, produzindo o ácido acético (CH₃COOH), substância encontrada no vinagre e na água.

- a) Monte a equação da produção do ácido acético e verifique o balanceamento.
- b) Calcule a massa do ácido acético, quando se fermentam 50g de etanol.

LD1. Exercício 45 (E45):

Um zelador usa ácido muriático (nome comercial da solução de ácido clorídrico) regularmente para fazer limpeza do piso de mármore do prédio em que trabalha. Sabe-se que o ácido ataca o mármore (formado basicamente de CaCO₃) liberando gás carbônico, de acordo com a equação:



Qual é o volume de gás carbônico formado, nas CNTP, quando ocorre reação de 50g de mármore?

Fonte: Santos e Mol (2016, p.52, E10; p. 58, E17; p. 59, E26; p. 63, E45).

Em linhas gerais, pode-se observar no enunciado de E10, E17, E26 e E45 do LD1 que é exposto todos os dados de resolução necessários para que o estudante possa aplicar formulas químicas e realizar operações e cálculos matemáticos para chegar a uma única resposta correta. Além disso, a equação química é explicitada na maioria destes exercícios, e a substância química abordada na questão já é apresentada com a representação de sua fórmula molecular, o que não deixa espaço para que o estudante possa refletir e aprender sobre qual seria a organização e arranjo dos átomos para formar as moléculas, e se estas se encontram antes (reagentes) ou depois (produtos) da seta que representa a direção de formação de novos produtos químicos.

4.2.2 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD2

No LD2, as quarenta e oito questões presentes na parte denominada de “Questões relativa ao texto de abertura”, “Questões para fechamento do tema” e “Exercícios finais” do capítulo cinco deste livro, referente ao conteúdo de Estequiometria, foram analisadas com base em categorias estabelecidas a partir de Schnetzler e Santos (2010) (ver quadro 1). As questões analisadas foram nomeadas de E1 a E48 e as características encontradas se apresentam no quadro 5.

Quadro 5: Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD2.

| | DE | R | D | C/E | MR | AF | | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|-----|----|---|---|-----|----|----|-----|----|---|---|-----|----|----|
| E1 | x | x | x | x | x | | E25 | x | x | x | x | x | x |
| E2 | x | x | x | x | x | x | E26 | x | x | x | x | x | x |
| E3 | | x | x | | | | E27 | x | x | x | x | x | x |
| E4 | x | x | | x | x | | E28 | x | x | x | x | x | x |
| E5 | | x | x | x | | | E29 | x | x | x | x | x | x |
| E6 | | | x | x | | | E30 | x | x | | x | x | x |
| E7 | | | x | | | | E31 | x | x | x | x | x | x |
| E8 | x | x | x | x | | x | E32 | x | x | | x | x | x |
| E9 | x | x | x | x | x | x | E33 | x | x | x | x | x | x |
| E10 | x | x | x | x | x | x | E34 | x | x | x | x | x | x |
| E11 | x | x | x | x | | | E35 | x | x | | x | x | x |
| E12 | x | x | x | x | | | E36 | x | x | x | x | x | x |
| E13 | x | x | x | x | x | x | E37 | x | x | x | x | x | x |
| E14 | x | x | x | x | x | x | E38 | | x | | x | x | x |
| E15 | x | x | x | x | x | x | E39 | x | x | x | x | x | x |
| E16 | x | x | x | x | x | x | E40 | x | x | | x | x | x |
| E17 | x | x | x | x | x | x | E41 | x | x | x | x | x | x |
| E18 | x | x | x | x | x | x | E42 | x | x | x | x | x | x |
| E19 | x | x | x | x | x | x | E43 | x | x | x | x | x | x |
| E20 | | x | x | x | x | x | E44 | x | x | x | x | x | x |




| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| E21 | x | x | x | x | x | x | E45 | x | x | x | x | x | x |
| E22 | x | x | | x | x | x | E46 | x | x | x | x | x | x |
| E23 | x | x | x | x | x | x | E47 | x | x | x | x | x | x |
| E24 | x | x | x | x | x | x | E48 | x | x | x | x | x | x |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A análise dos enunciados das questões do livro LD2 aponta a presença de características de exercícios na unidade didática de Estequiometria. As questões explicitam todos os dados necessários para sua resolução, não abrindo espaço para a busca de informações e elaboração de estratégias de resolução pelos estudantes. Além de focar na memorização do conhecimento químico de forma mecânica a partir da prática constante de exercícios. O quadro 6 destaca quatro exercícios de estequiometria escolhidos aleatoriamente do LD2 (E8, E12, E14 e E21).

Quadro 6: Exercícios de estequiometria do LD2.

| |
|---|
| <p> LD2. Exercício 3 (E8): Imagine que você está desempenhando o papel de seu professor e precisa fazer a correção de um exercício envolvendo o balanceamento das equações químicas. Qual(ais) das equações indicadas está(ão) devidamente balanceada(s)? como você explicaria isso para os colegas?</p> <p>Equação I: $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) \leftrightarrow 4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ Equação II: $2\text{N}_2(\text{g}) + 1\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 3\text{NH}_3(\text{g})$ Equação III: $2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \leftrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$</p> |
| <p> LD2. Exercício 7 (E12): Uma forma rápida e barata de produzir gás hidrogênio é colocar alguns pedaços de zinco metálico em uma solução aquosa de ácido clorídrico concentrado: rapidamente ocorre formação de bolhas, evidência da produção do gás hidrogênio. Transcreva as alternativas abaixo em seu caderno e escolha a que apresenta corretamente a equação química balanceada da reação, com os devidos estados de agregação.</p> <p>a) $\text{Zn}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{l}) \leftrightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ b) $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \leftrightarrow \text{ZnCl}_2(\text{l}) + \text{H}_2(\text{g})$ c) $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \leftrightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ d) $3\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{l}) \leftrightarrow 3\text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ e) $2\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \leftrightarrow 2\text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$</p> |
| <p> LD2. Exercício 2 (E14): A glicose, de fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, é um carboidrato simples usado por diversos seres vivos como a principal fonte de energia. Já a ureia, de fórmula $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, é um composto formado a partir do metabolismo de proteínas em mamíferos. Se</p> |

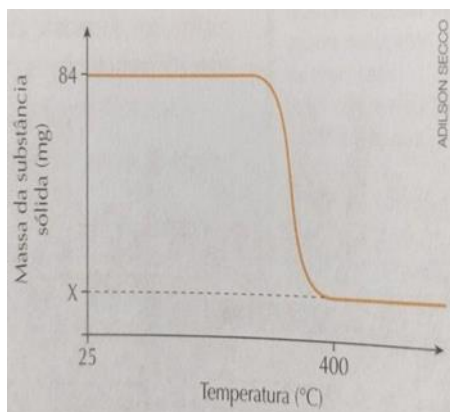
considerarmos uma amostra de cada uma dessas substâncias contendo quantidades iguais de matéria, qual das amostras apresentaria maior massa?
[Massas atômicas (u): H (1); C (12); N (14); O (16).]

LD2. Exercício 4 (E21):

O hidrogenocarbonato de sódio (NaHCO_3) é decomposto quando submetido a aquecimento gerando carbonato de sódio (Na_2CO_3), gás carbônico (CO_2) e vapor d'água. O gráfico a seguir descreve a variação de massa observada em uma reação de decomposição do NaHCO_3 (s). A diminuição de massa observada deve-se a formação de produtos gasosos.

[Massas molares: H= 1g/mol; C = 12g/mol; O= 16g/mol; Na= 23g/mol]

- Escreva a equação química que representa a reação de decomposição do NaHCO_3 (s).
- Considerando que todo o hidrogenocarbonato de sódio submetido ao aquecimento foi decomposto, determine o valor de x.



Fonte: LD2 (2016, p.193; p. 202; p. 207.)

4.2.3 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD3

No capítulo 8 do LD3 relativo ao conteúdo de estequiometria foi analisado um total de cinquenta e sete questões intituladas de “Exercícios” e “Questões de Exames”. Nas Questões de Exames há uma divisão entre “Questões Fechadas” e “Questões Abertas”, as quais são identificadas no quadro 6 como E20 à E43 e E44 à E57, respectivamente. Apesar de os autores trazerem esta divisão não foi identificado diferenças na elaboração dos enunciados e na abordagem de resolução, pois é solicitado aos estudantes ler as alternativas das questões e julgá-las como certa ou errada. O quadro 7 destaca as características de exercícios encontradas para LD3.

Quadro 7: Características de exercícios das questões sobre Estequiometria do LD3.

| | DE | R | D | C/E | MR | AF | | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|----|----|---|---|-----|----|----|-----|----|---|---|-----|----|----|
| E1 | | x | x | x | x | | E30 | x | x | x | x | x | x |
| E2 | x | x | x | x | x | x | E31 | x | x | | x | x | x |
| E3 | x | x | x | x | x | x | E32 | x | x | x | x | x | x |
| E4 | | | x | | | | E33 | x | x | x | x | x | x |
| E5 | | x | x | x | x | | E34 | x | x | x | x | x | x |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| E6 | | x | x | x | x | E35 | x | x | x | x | x | x |
| E7 | x | x | x | x | x | E36 | x | x | x | x | x | x |
| E8 | x | x | x | x | x | E37 | x | x | x | x | x | x |
| E9 | x | x | x | x | X | E38 | x | x | x | x | x | x |
| E10 | x | x | x | x | x | E39 | x | x | | x | x | x |
| E11 | x | x | x | | | E40 | x | x | x | x | x | x |
| E12 | x | x | x | x | x | E41 | x | x | x | x | x | |
| E13 | | x | x | | | E42 | x | x | x | x | x | x |
| E14 | x | x | x | x | x | E43 | x | x | x | x | x | x |
| E15 | x | x | x | x | x | E44 | x | x | x | x | x | x |
| E16 | | x | x | x | x | E45 | x | x | x | x | x | x |
| E17 | x | | x | | x | E46 | x | x | x | x | x | x |
| E18 | | | x | | x | E47 | x | x | | x | x | x |
| E19 | | x | x | x | x | E48 | x | x | x | x | x | x |
| E20 | x | x | | x | x | E49 | x | x | | x | x | x |
| E21 | x | x | x | x | x | E50 | x | x | x | x | x | x |
| E22 | x | x | x | x | x | E51 | x | x | x | x | x | x |
| E23 | x | x | | x | x | E52 | x | x | x | x | x | x |
| E24 | x | x | | x | x | E53 | x | x | x | x | x | x |
| E25 | x | x | x | x | x | E54 | x | x | x | x | x | x |
| E26 | x | x | x | x | x | E55 | x | x | x | x | x | x |
| E27 | x | x | x | x | x | E56 | x | x | x | x | x | x |
| E28 | x | x | x | x | x | E57 | x | x | x | x | x | x |
| E29 | x | x | x | x | x | | | | | | | |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

No quadro 7 pode-se observar que todas as questões analisadas as configuram como exercícios de química, ainda que E4 possua apenas uma

característica. De modo eventual o quadro 8 foi construído e apresenta quatro questões sobre Estequiometria (E2, E3, E8 e E11) do LD3 caracterizadas como exercício.

Quadro 8: Exercícios de estequiometria do LD3.

| |
|---|
| <p>LD3. Exercício 2 (E2): Uma amostra de 22,4g de pregos é exposta ao ar. Suponha que os pregos sejam constituídos unicamente por átomos de ferro (Fe) e que, após algumas semanas, a massa dos mesmos pregos tenha aumentado para 32g.</p> <p>a) Que fenômeno ocorreu com os pregos? b) Que massa de oxigênio foi envolvida no processo? c) Em que Lei das Combinações Químicas você se baseou para responder ao item anterior?</p> |
| <p>LD3. Exercício 3 (E3): Em sistemas fechados, o dióxido de carbono (CO_2) produzido pela respiração e processos de combustão pode ser removido pela reação com óxido de cálcio (CaO), produzindo carbonato de cálcio (CaCO_3).</p> <p>a) Escreva a equação balanceada que representa a equação descrita acima. b) Considerando que foram produzidos 100g de carbonato de cálcio e utilizados 56g de óxido de cálcio, calcule a massa de dióxido de carbono produzida pela respiração e pelos processos de combustão no sistema em questão.</p> |
| <p>LD3. Exercício 8 (E8): Um carro viajando a 100 km/h libera cerca de 1,5 kg de monóxido de carbono (CO) por km. Nessas condições, calcule a quantidade de matéria, em mol de CO liberada por km.</p> |
| <p>LD3. Exercício 11 (E11): O que significa dizer que a massa molar do iodo atômico é aproximadamente 127g/mol?</p> |

Fonte: LD3 (2017, p. 232; p. 238; p. 240).

4.2.4 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD4

O LD4 apresenta vinte e quatro questões sobre estequiometria no capítulo 3. Destas, cinco parecem ser elaboradas pela autora e as demais são provenientes de vestibulares de universidades e concursos. Quatro questões são resolvidas e apresentadas como modelo de resolução. A análise dos enunciados das questões evidencia diversas características de exercícios, sendo que o E9 apresenta uma menor quantidade dentre as demais, conforme mostra o quadro 9.

Quadro 9: Características de exercício das questões acerca da estequiometria do LD4



| | DE | R | D | C/E | MR | AF | | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|-----|----|---|---|-----|----|----|-----|----|---|---|-----|----|----|
| E1 | x | x | x | x | x | x | E13 | x | x | x | x | x | x |
| E2 | x | x | x | x | x | x | E14 | x | x | x | x | x | x |
| E3 | x | x | x | x | x | x | E15 | x | x | x | x | x | x |
| E4 | x | x | x | x | x | x | E16 | x | x | x | x | x | x |
| E5 | x | x | x | x | x | x | E17 | x | x | x | x | x | x |
| E6 | x | x | x | x | x | x | E18 | x | x | x | x | x | x |
| E7 | x | x | x | x | x | x | E19 | x | x | x | x | x | x |
| E8 | x | x | x | x | x | x | E20 | x | x | x | x | x | x |
| E9 | | x | x | x | | | E21 | x | x | x | x | x | x |
| E10 | x | x | x | x | x | x | E22 | x | x | x | x | x | x |
| E11 | x | x | x | x | x | x | E23 | x | x | x | x | x | x |
| E12 | x | x | x | x | x | x | E24 | x | x | x | x | x | x |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborados pelos autores (2021)

O quadro 10 traz exemplos de quatro exercícios de estequiometria do LD4 (E1, E2, E4, E8), os quais foram escolhidos de forma arbitrária.

Quadro 10: Exercícios de estequiometria do LD4.

| |
|---|
| <p> LD4. Exercício 1 (E1): Cálculos relacionando quantidades de matéria:</p> <p>a) Qual a quantidade de matéria de $\text{CO}_2(\text{g})$ obtida na combustão completa de 8 mol de acetileno, $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$?</p> <p>b) Qual a quantidade de matéria de gás oxigênio, $\text{O}_2(\text{g})$, necessária para fornecer 17,5 mol de água, $\text{H}_2\text{O}(\text{v})$, na queima completa do acetileno, $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$?</p> |
| <p> LD4. Exercício 2 (E2): Cálculos relacionando massas:</p> <p>a) Qual a massa de gás carbônico, $\text{CO}_2(\text{g})$, obtida na queima completa de 91 g de acetileno, $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$?</p> <p>b) Qual a massa de água, $\text{H}_2\text{O}(\text{v})$, obtida com 528 g de gás carbônico, $\text{CO}_2(\text{g})$, na reação de combustão completa do acetileno, $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$?</p> |

LD4. Exercício 4 (E4):

Considerando 25 °C e 1 atm (condições constantes) e volume molar = 24,46 L/mol, responda:

a) Qual o volume de C_2H_2 (g) que, ao sofrer combustão completa, fornece 673,8 L de gás carbônico, CO_2 (g)?

b) Qual o volume de acetileno, C_2H_2 (g), que pode ser totalmente queimado por uma quantidade de oxigênio, O_2 (g), igual a 25 m³?

LD4. Exercício 8 (E8):

Calcule o máximo de massa de água que se pode obter a partir de 10,0 gramas de hidrogênio e 46,0 gramas de oxigênio. Indique qual o reagente em excesso e qual a massa em excesso (o quanto sobra desse reagente). Dados: H = 1 u e O = 16 u.

Fonte: LD4 (2016, p. 53; p. 55)

4.2.5 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD5

A unidade 4 do LD5 intitulada “*Contando átomos e moléculas*” se refere à estequiometria e traz quatro questões resolvidas como modelo, que não foram analisadas, e um total de quarenta e uma para resolução, sendo doze delas questões de vestibulares e ENEM. O quadro 11 destaca a análise do enunciado destas questões.

Quadro 11: Características de exercício das questões sobre estequiometria do LD5

| | DE | R | D | C/E | MR | AF | | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|-----|----|---|---|-----|----|----|-----|----|---|---|-----|----|----|
| E1 | x | x | x | x | x | x | E22 | x | x | x | x | x | x |
| E2 | x | x | x | x | x | x | E23 | x | x | | x | x | x |
| E3 | x | x | x | x | x | x | E24 | x | x | | x | x | x |
| E4 | x | x | x | x | x | x | E25 | x | x | x | x | x | x |
| E5 | | x | x | x | x | x | E26 | x | x | | x | x | x |
| E6 | x | x | x | x | x | x | E27 | x | x | x | x | x | x |
| E7 | | x | x | x | x | x | E28 | x | x | x | x | x | x |
| E8 | x | x | x | x | x | x | E29 | x | x | x | x | x | x |
| E9 | x | x | x | x | x | x | E30 | x | x | x | x | x | x |
| E10 | x | x | x | x | x | x | E31 | x | x | x | x | x | x |
| E11 | x | x | x | x | x | x | E32 | x | x | | x | x | x |
| E12 | x | x | x | x | x | x | E33 | x | x | | x | x | x |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| E13 | x | x | | x | x | x | E34 | x | x | x | x | x | x |
| E14 | x | x | | x | x | x | E35 | | x | | x | x | x |
| E15 | x | x | x | x | x | x | E36 | x | x | x | x | x | x |
| E16 | x | x | x | x | x | x | E37 | x | x | x | x | x | x |
| E17 | x | x | x | x | x | x | E38 | x | x | x | x | x | x |
| E18 | x | x | x | x | x | x | E39 | x | x | | x | x | x |
| E19 | x | x | x | x | x | x | E40 | x | x | x | x | x | x |
| E20 | x | x | x | x | x | x | E41 | x | x | x | x | x | x |
| E21 | x | x | x | x | x | x | | | | | | | |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A análise do enunciado destaca as características de exercício presentes nas questões e aponta para a necessidade de se trabalhar com a introdução de problemas que propicie o pensamento científico, elaboração de hipóteses e estratégias de resolução, busca de informações, trabalho colaborativo em grupos e comunicação dos resultados da resolução nas aulas que tratam da estequiometria. O quadro 12 traz exemplos, escolhidos de forma aleatória, de exercícios de estequiometria (E2, E13, E16, E21) do LD5.

Quadro 12: Exercícios de estequiometria do LD5.

 **LD5. Exercício 3 (E2):**

O poliestireno é um plástico utilizado na fabricação de copo descartáveis e várias peças de uso doméstico ou embalagens. A matéria-prima para sua obtenção é o estireno, cuja massa molar é 104 g/mol e fórmula mínima CH. Identifique a fórmula molecular do estireno.

 **LD5. Exercício 14 (E13):**

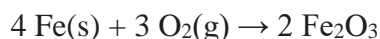
O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em solução aquosa é conhecido comercialmente como água oxigenada. Em contato com a enzima catalase, presente no sangue, rapidamente se decompõe em água e gás oxigênio. Dessa forma, atua no combate a bactérias e vírus anaeróbicos que não sobrevivem na presença de oxigênio. Calcule o volume de oxigênio, a 1 atm e 37 °C, formado na decomposição de 3,4 mg de peróxido de hidrogênio.

Dados: $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$;

$$R = 0,082 \text{ atm.L.mol/L.K}^{-1}$$

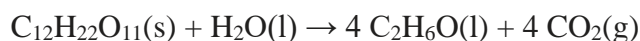
LD5. Exercício 20 (E16):

Em um recipiente contendo 300 g de ferro em pó foram adicionados 3 mol de gás O₂. O recipiente foi fechado e, sob agitação e aquecimento, ocorreu a formação de Fe₂O₃, de acordo com o processo representado abaixo. Supondo rendimento de reação igual a 100%, calcule a massa produzida de óxido de ferro (III).



LD5. Exercício 25 (E21):

Biocombustíveis têm origem biológica não fóssil e são obtidos em escala industrial a partir de produtos agrícolas como cana-de-açúcar, mamona, soja, babaçu, milho e outros. O etanol, biocombustível mais antigo comercializado nos postos de gasolina, pode ser obtido da fermentação da sacarose, reação representada simplificada pela seguinte equação química balanceada:



Calcule a quantidade máxima de etanol, em toneladas, que pode ser obtida a partir da fermentação de 1×10^6 mol de sacarose, considerando-se que o processo apresenta um rendimento de 75%.

Fonte: LD5 (2016, p. 269; p. 273; p. 278)

4.2.6 Análise das Questões Sobre Estequiometria do LD6

A estequiometria é abordada no capítulo 9 do LD6. As vinte e quatro questões que os autores trazem são denominadas de “Atividades”, e alguns de seus enunciados buscam contextualizar o conteúdo trabalhado. Estas atividades foram nomeadas de E1 a E24 e o resultado da análise encontra-se no quadro 13.

Quadro 13: Características de exercício das questões sobre estequiometria do LD6.

| DE | R | D | C/E | MR | AF | DE | R | D | C/E | MR | AF |
|----|---|---|-----|----|----|-----|---|---|-----|----|----|
| E1 | | x | | | | E13 | x | | | | x |
| E2 | | x | | | | E14 | x | x | x | | x |
| E3 | x | | | | | E15 | x | x | x | | x |
| E4 | | x | | | x | E16 | | | | | |
| E5 | | | | | x | E17 | x | x | x | | x |
| E6 | | x | | | | E18 | x | x | x | | x |
| E7 | | x | | | | E19 | x | x | x | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| E8 | x | x | x | x | x | E20 | x | x | x | x |
| E9 | x | x | x | x | x | E21 | | | | |
| E10 | x | x | x | x | x | E22 | x | x | x | x |
| E11 | | | | | x | E23 | x | | | x |
| E12 | x | x | x | | x | E24 | | | | |

Legenda: Enunciados com dados explícitos (DE); Resultado pré-estabelecido (R); Foco em uma disciplina (D); Certo/errado (C/E); Memorização e reprodução (MR); Aplicação de Algoritmos, fórmulas e equações (AF)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

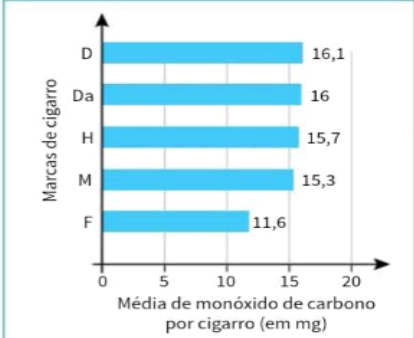
A análise do quadro 13 aponta que o quantitativo de características de exercícios do LD6 é menor quando comparado com as questões dos outros livros didáticos, LD1 a LD5. Percebe-se que os autores trazem questões contextualizadas que buscam incentivar os alunos a pensar e buscarem estratégias e recursos que os ajudem a resolver as atividades. As atividades, em geral, dispõem de um texto extraído de diversas fontes destacando fatos ocorridos no cotidiano, como por exemplo, acidentes envolvendo produtos químicos, que são articulados ao conteúdo de estequiometria. Nos enunciados de E16, E21 e E24 não foram encontradas características de exercícios e sim algumas de problemas.

Descrevendo E16, ele traz um texto do Ministério do Meio Ambiente e busca contextualiza-lo com a problemática nacional brasileira para apresentar algo mais próximo da realidade e vivência do estudante. Em Seguida, o aluno é instigado a fazer uma pesquisa e refletir sobre o tema que vai além da área de química que se está trabalhando e propicia várias possibilidades de respostas.

Já no E24 há um pequeno texto ao qual o aluno ainda precisa realizar algumas buscas para complementar as respostas solicitadas, pois ele se depara com dados que estão implícitos no enunciado e não são suficientes para encontrar uma resposta imediata. A reflexão, as diversas possibilidade de soluções, a relação custo/benefício implicada nas respostas poderão ser evidentes no caminho que o aluno percorreu na resolução, pois algumas das perguntas oferecerem possibilidades de serem resolvidas tanto de forma mais qualitativa e ampla, quanto de forma mais direta com o uso de equações químicas.

Um ponto observado é que as atividades propostas não objetivam a abordagem interdisciplinar, pois a grande maioria centra-se no aspecto químico e não traz associação com outras disciplinas. O quadro 14 traz exemplos de exercícios extraídos do LD6 (E7, E9, E12, E22).

Quadro 14: Exercícios de estequiometria do LD6.

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● LD6. Exercício 7 (E7): <p>O sulfato de ferro (III), $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$, é muito usado para tratar resíduos industriais, antes de lança-los no esgoto. Quantos cátions, ânions e íons há em 0,5 mol de sulfato de ferro (III)?</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● LD6. Exercício 2 (E9): <p>Observe o gráfico ao lado. Depois, tente resolver as questões abaixo.</p> <ol style="list-style-type: none"> Quantas moléculas de monóxido de carbono (CO) são absorvidas por uma pessoa ao fumar o cigarro F? massa molar do monóxido de carbono: 28g/mol. Qual a quantidade de matéria (em mol) de monóxido de carbono (CO) lançada ao ambiente para cada cigarro F fumado? |  <p>Fonte: PANKOW, James F. (Org.). Nicotine Availability in Tobacco Smoke Enhanced by Ammonia. <i>American Society News Service</i>, jul. 1997.</p> <p>Observações: Os níveis referem-se apenas ao que é absorvido pelo fumante. Quantidades até 3,7 vezes maiores são lançadas no ambiente a cada queima de cigarro. Um cigarro lança 43 mg de monóxido de carbono no ar.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ● LD6. Exercício 1 (E12): <p>Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010 o Brasil produziu 1,5 milhões de toneladas de amônia (NH_3), matéria-prima importante para produção de fertilizantes agrícolas. Suponha que toda essa amônia fosse transformada em nitrato de amônio (NH_4NO_3) por meio da reação com ácido nítrico (HNO_3). Quantos quilogramas desse sal são possíveis de obter? Equacione essa reação.</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● LD6. Exercício 1 (E22): <p>Uma solução contém 10,6g de carbonato de sódio (Na_2CO_3). A ela se acrescentam 22,2g de cloreto de cálcio (CaCl_2) em solução.</p> <ol style="list-style-type: none"> Equacione a reação química indicada. Calcule a massa da substância em excesso. Qual é a massa de carbonato de cálcio precipitada na reação. | |

Fonte: LD6 (2016, p. 193, p. 195, p.198, p.204)

4.3 Transformando Exercícios dos LD1 a LD6 em Problemas do Tipo Escolar


Para alcançar o segundo objetivo de pesquisa e contribuir para a elaboração de problemas como um recurso didático para uso nas aulas de Estequiometria, as questões escolhidas de forma aleatória que foram caracterizadas como exercícios, a partir da análise do LD1 a LD6, foram transformadas em problemas do tipo escolar qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas segundo categorias e estratégias propostas por Lopes (1994) e Pozo (1998).

Dentre as 55 questões do LD1 caracterizadas como exercícios, de modo casual, foram selecionadas as denominadas de E10, E17, E26 e E45 para transformar seus enunciados em problemas do tipo escolar. Para isso foram inseridas e consideradas na reelaboração dos enunciados destas questões características de problemas, com base nos autores Silva e Núñez (2002); Lopes (1994); Freire e Silva (2013) e Schnetzler e Santos (2010), dentre elas: Tipologia de problemas; Enunciados com dados implícitos (DI); Possibilidade de várias soluções (S) e abordagem multidisciplinar (AM); relação Custo/benefício (C/B); Reflexão e tomada de decisão (RTD); Propiciar a elaboração de Estratégias de resolução (ER).

Os quadros 15 a 20 apresentam o enunciado de vinte e quatro problemas denominados de P1, P2, P3, P4... à P24, que podem ser usados em aulas de Química, em sequências didáticas ou em outras abordagens de ensino e aprendizagem como a ARP ou que trabalhem com problemas para abordar o conteúdo de Estequiometria.

Apesar de propormos um espelho como uma possibilidade de resposta aos problemas, ressaltamos que para trabalhar com problemas baseado na abordagem de RP é importante que o professor elabore um conjunto de atividades didáticas integradas e/ou de pesquisa que possam permitir aos estudantes, em grupos, elaborar hipóteses, estratégias de resolução; buscar informações em fontes diversas e comunicar a turma o resultado das possíveis respostas encontradas para os problemas. Além disso, o professor de química tem autonomia para modificar o enunciado de cada problema proposto, nos quadros a seguir, buscando melhor adequá-los ao perfil de seus alunos e contexto de sala de aula.

Quadro 15: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD1 e espelho de resposta de cada problema

 **LD1. Problema 1, relativo a E10, p 52:**

Algumas mineradoras são responsáveis por fornecer à sociedade insumos para a produção do ferro metálico, tais como a hematita e a magnetita. Essa atividade é realizada desde a antiguidade e permanece com grande importância até os dias atuais, onde o Brasil é um dos maiores mineradores e exportados de minérios de ferro. Para

chegar no produto final existe uma sequência de processos que esses minerais sofrem, sendo um deles a reação em altos-fornos com carvão. Relativo a isso,

- 1) Represente as equações químicas balanceadas da produção de ferro metálico, partindo dos minerais hematita e magnetita.
- 2) O que você consegue observar em relação às quantidades necessárias dos minerais para produzir o ferro metálico em cada reação?
- 3) Considerando que ambas as reações ocorrem em sistemas fechados, pode ser afirmado que há uma conservação das massas dos reagentes e produtos? Comente.

✚ **Espelho de resposta do Problema 1**



2) Comparando 1 mol de cada matéria-prima observa-se o seguinte: A hematita possui dois átomos de ferro em sua composição molecular, gerando dois átomos de ferro metálico. A magnetita possui três átomos de ferro em sua composição molecular, o que gera três átomos de ferro metálico.

3) Sim, após realizar o balanceamento das equações observa-se que a proporção dos átomos dos reagentes se conserva nos produtos. Segundo a teoria atômica do químico Dalton, as substâncias são formadas pela combinação de átomos em proporções definidas e se conserva durante a reação química. esta teoria de base no desenvolvimento dos cálculos estequiométricos.

✚ **LD1. Problema 2, relativo a E17, p 58:**

Existem várias matérias-primas que podem ser utilizadas na obtenção do álcool etílico, também conhecido como etanol ou álcool comum. Alguns países utilizam milho, beterraba, batata, eucalipto, dentre outros, que geram álcool em proporções consideráveis. Aqui no Brasil a produção de etanol acontece pela fermentação e processamento da cana-de-açúcar, e o produto obtido é distribuído para setores de utilidades diversas.

- a) Como você poderia representar a equação química balanceada da obtenção deste álcool?
- b) Qual utilização que este produto obtido pode ter na sociedade?
- c) Além da cana-de-açúcar, outros alimentos são citados como fontes de produção de álcool etílico. Quais semelhanças pode-se destacar entre estes alimentos? Será que existe uma igualdade na quantidade de álcool produzido partindo de uma mesma massa destes alimentos?

✚ **Espelho de resposta do Problema 2**

a) A partir da fermentação da sacarose



- b) O etanol serve como combustível automotivo, produção de bebidas alcoólicas, produtos de limpeza, tintas e solventes, perfumes, medicamentos, dentre outros.
- c) Como a sacarose é a matéria-prima do etanol, o açúcar é a semelhança entre todos estes alimentos. Cada alimento terá seu teor de sacarose, logo, ainda que partisse de uma mesma massa destes alimentos a quantidade de álcool obtido no final do processo de produção seria diferente.

✚ **LD1. Problema 3, relativo a E26, p 59:**

Sendo um dos condimentos bastante utilizado nas cozinhas, o vinagre confere cheiro e sabor aos alimentos e ainda proporciona uma boa digestão para quem o consome com moderação. Sua ação pode ser estendida até para a desinfecção. A

| |
|------------------------------|
| X=11,35 L de CO ₂ |
|------------------------------|

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Quadro 16: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD2 e espelho de resposta de cada problema

| |
|---|
| <p>LD2. Problema 5, relativo a Exercício 3, p 193:</p> <p>Imagine que você está desempenhando o papel de seu professor nas aulas de Química. Então, você propõe a seus colegas estudantes que pesquisem sobre as reações de decomposição do óxido de alumínio, síntese de amônia e ferro metálico em contato com ácido sulfúrico, e que representem quimicamente estas reações com a inclusão do balanceamento estequiométrico, propondo uma justificativa para suas respostas.</p> |
| <p>Espelho de resposta do Problema 5</p> $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{S}) \leftrightarrow 4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \leftrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2(\text{g})$ <p>O balanceamento das reações químicas foi feito através da conservação da massa, onde a quantidade de átomos de cada elemento é igual tanto nos reagentes quanto nos produtos.</p> |
| <p>LD2. Problema 6, relativo a Exercício 7, p 193:</p> <p>A maior parte da energia do universo é proveniente do gás hidrogênio, por exemplo, a fusão nuclear, o núcleo do sol e a decomposição da matéria orgânica. Diante disso, o gás hidrogênio pode ser produzido a partir de fontes orgânicas e inorgânicas por meio de processos químicos. Se organize em pequenos grupos, pesquise e descreva, usando a simbologia da química, qual seria um procedimento rápido, barato e seguro para produzir gás hidrogênio. Indique possíveis evidências da formação de gás hidrogênio no procedimento proposto pelo grupo. Especifique os estados de agregação das substâncias reagentes e produtos, e proponha o balanceamento estequiométrico que representa a formação de gás hidrogênio.</p> |
| <p>Espelho de resposta do Problema 6</p> <p>Aqui o aluno tem uma ampla possibilidade de respostas.</p> <p>Alguns métodos que podem ser descritos são Eletrólise; Processos Eletroquímicos; Combustão; dentre outros.</p> <p>O estudante precisa descrever os procedimentos que levam a formação do gás hidrogênio, assim como a reação química em sua estequiometria acertada e os estados de agregação das substâncias envolvidas.</p> |
| <p>LD2. Problema 7, relativo a Exercício 2, p 202:</p> <p>A glicose é uma substância química usada por diversos seres vivos como a principal fonte de energia. Já a ureia é um composto formado a partir do metabolismo de proteínas em mamíferos e usada como fertilizante na agricultura. A) Qual a função biológica da glicose e da ureia? B) Represente essas substâncias usando a linguagem química. Em seguida, considere uma amostra de cada uma dessas substâncias contendo a mesma quantidade de matéria, e responda: C) Qual das amostras apresentaria o maior valor de massa expresso em gramas? D) Você concorda que ambas as substâncias possuem a mesma massa molecular? Justifique suas respostas com base no conhecimento químico.</p> |
| <p>Espelho de resposta do Problema 7</p> |

A) Glicose – fornecer energia aos organismos vivos Uréia – auxilia no metabolismo de proteínas

B) $C_6H_{12}O_6$ e CH_4N_2O

Considerando 1 mol de cada substância

MM GLICOSE = 180g/mol MM UREIA = 60g/mol

C) Para 1mol de cada substância é possível verificar que a glicose apresenta uma massa 3x maior que a de ureia.

D) Não, pois ao calcular a massa molar de cada substância é possível verificar que a glicose possui 180g/mol e a ureia 60g/mol.

$C_6H_{12}O_6 = 180g/mol$

$C = 12g/mol \times 6 = 72 g/mol$

$H = 1g/mol \times 12 = 12 g/mol$

$O = 16g/mol \times 6 = 96 g/mol$

$CH_4N_2O = 60g/mol$

$C = 12g/mol \times 1 = 12 g/mol$

$H = 1g/mol \times 4 = 4 g/mol$

$N = 14g/mol \times 2 = 28 g/mol$

$O = 16g/mol \times 1 = 16 g/mol$

✚ LD2. Problema 8, relativo a Exercício 21, p 207:

O hidrogenocarbonato de sódio é bastante usado na preparação de diversos tipos de bolos. Para você, qual é a função dessa substância química na preparação desta sobremesa? Qual a simbologia química que representa esta substância? Há formação de novas substâncias quando é adicionado hidrogenocarbonato de sódio a massa de bolo e em seguida esta é levada ao forno? Se sim, use a linguagem química para representar as novas substâncias formadas. Considere também que foi adicionado 20 g de hidrogenocarbonato de sódio na preparação da massa do bolo, e que esta substância foi completamente consumida na cocção do bolo no forno. Diante disso, qual seria o valor das massas expressas em grama das possíveis substâncias formadas nesse processo?

✚ Espelho de resposta do Problema 8

Agente de crescimento da massa ou Fermento

$NaHCO_3$

Sim, com aquecimento o hidrogenocarbonato se decompõe gerando carbonato de sódio, gás carbônico e água, conforme reação abaixo:

$2 NaHCO_3(S) \rightarrow Na_2CO_3(S) + CO_2(g) + H_2O(v)$

MM= 84g/mol 106 g/mol 44 g/mol 18 g/mol

m=20g x y z

Estequiometricamente são dois mols de $NaHCO_3$ para cada mol das demais substâncias, logo utiliza-se 168g/mol nos cálculos

168g/mol ($NaHCO_3$) _____ 106 g/mol (Na_2CO_3)

20g ($NaHCO_3$) _____ x

x= 12,62g

168g/mol ($NaHCO_3$) _____ 44g/mol (CO_2)

20g ($NaHCO_3$) _____ y

y= 5,24g

168g/mol (NaHCO₃) _____ 18 g/mol (H₂O)
 20g (NaHCO₃) _____ z
 z= 2,14g

Fonte: Elaborados pelos autores com base em LD2 (2021)

Quadro 17: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD3 e espelho de resposta de cada problema

LD3. Problema 9, relativo ao Exercício E2, p 232:

Numa tarde de encontro com a família você percebeu e falou que grande parte do portão de ferro da casa de sua avó estava enferrujado. Sobe este mesmo assunto seu primo disse que o ferro estava estufado, uma tia falou que isto aconteceu por falta de pintura e seu pai respondeu que o portão estava se deteriorando. Realize uma pesquisa sobre a ferrugem e responda as alternativas a seguir, para isso utilize o conhecimento químico:

- Quimicamente falando, o que aconteceu com o portão de ferro? Explique e represente o ocorrido usando a linguagem da química.
- Suponha que o portão seja constituído unicamente por átomos de ferro. Então, considere uma massa inicial de 20 kg de ferro para o portão antes da ferrugem. O que aconteceu com esta massa inicial após a ferrugem?
- Em que Lei das Combinações Químicas você se baseou para responder ao item anterior?

LD3. Espelho de resposta do Problema 9

- O ferro do portão sofreu oxidação, perdeu elétrons, aumentou seu NOX e atuou como agente redutor. O oxigênio diminuiu seu NOX, ganhou elétrons e atuou como agente oxidante.



- $\text{Fe}(S) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})^2(S)$

56g/mol__90g/mol

20kg ____ x

X= 32,14kg

A massa inicial era 20kg e após enferrujar sua massa final foi para 32,14kg, logo houve um aumento de massa.

- Lei de Lavoisier

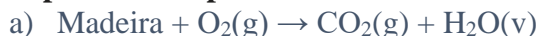
Lei de Proust

LD3. Problema 10, relativo ao Exercício E3, p 232:

No período das festas juninas uma família apresentou reação alérgica proveniente das fogueiras queimadas ao redor de sua vizinhança. Então, a família fechou as portas e janelas de sua casa, buscando minimizar a dificuldade de respirar que eles sentiram. Diante dessa situação, a química propõe uma alternativa mais eficiente para resolver este problema, que é colocar a substância óxido de cálcio em contato com as fogueiras. Com base no exposto, proponha respostas e justificativas usando o conhecimento e a linguagem da química sobre a estequiometria.

- Que substância provocou a dificuldade para respirar sentida pelas pessoas desta família? Que tipo de fenômeno ocorreu? Justifique suas respostas.
- O que aconteceu quando o óxido de cálcio entrou em contato com a fogueira? Explique sua resposta. Considere o conhecimento sobre balanceamento estequiométrico.
- Quantos gramas da substância responsável pela 'falta de ar' irá reagir com 100 gramas de óxido de cálcio adicionado a fogueira?

✚ **Espelho de resposta do Problema 10**



A madeira é constituída principalmente por celulose, $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, sua combustão completa libera gás carbônico e água.

Quando o CO_2 está em grande quantidade no ambiente causa dificuldades na respiração humana podendo levar à morte do indivíduo.



O óxido de cálcio reagiu com o gás carbônico produzindo o carbonato de cálcio. Isso fez diminuir a quantidade de CO_2 no ambiente.



44g/mol ___ 56g/mol

X 100g

X = 78,57g de CO_2

Logo, cada 100g de CaO reage com 78,57g de CO_2 .

✚ **LD3. Problema 11 relativo ao Exercício E8, p 238:**

No percurso de volta entre a universidade que estudam até o terminal integrado de ônibus da Macaxeira, Recife, você e seu amigo perceberam que um veículo a frente do coletivo que vocês estavam emitia uma fumaça muito preta. O seu amigo falou que essa fumaça poderia ser proveniente da queima incompleta do combustível usado no veículo. Você concorda ou discorda de seu amigo? Por quê? Supondo que a velocidade desse veículo é de 100 km/h e que nessa condição há uma liberação de 1,5 kg do gás contido na fumaça. Que gás é este? Como você pode encontrar a quantidade de matéria desse gás, expressa na unidade mol, liberada por quilômetro. Para resolver este problema, use o conhecimento e a linguagem da química para responder e justificar suas respostas.

✚ **Espelho de resposta do Problema 11**

Concordo, pois a queima incompleta de um combustível fóssil gera monóxido de carbono (CO). Comumente o combustível utilizado nos ônibus é o diesel, que é derivado do petróleo. Sua combustão completa gera gás carbônico (CO_2) e água (H_2O), mas se a combustão for incompleta o monóxido de carbono também faz parte de seus produtos. CO – Monóxido de carbono

28g 1mol

$1,5 \times 10^3$ g ___ x

X = 53,57 mol de CO

✚ **LD3. Problema 12, relativo ao Exercício E11, p 240:**

O iodo é uma substância responsável pela síntese de dois hormônios necessários ao funcionamento da tireoide por isso é importante ingeri-lo em nossa dieta alimentar. Podemos ingeri-lo a partir do consumo de animais marinhos ou do sal de cozinha, pois este último é suplementado com iodeto de potássio que fornece a quantidade de iodo que precisamos, conforme estabelecido pela legislação brasileira. Quando falamos do iodo atômico que aparece na tabela periódica, quais as possíveis diferenças e semelhanças com o iodo presente no sal de cozinha? Para você qual a compreensão química da expressão 127 g/mol para o iodo atômico, extraída da tabela periódica. Proponha a resolução desse problema com base no conhecimento e linguagem da química.

✚ **Espelho de resposta do Problema 12**

Iodo atômico (I) é sua forma elementar, ou seja, a descrição da espécie pura. Iodeto de potássio (KI) é uma substância, ou seja, produto de uma reação entre duas espécies formando esta molécula que busca sua estabilidade eletrônica. A tabela

periódica fornece que cada mol de iodo existe uma massa de 127g deste elemento, ou ainda, esta massa equivale a $6,02 \times 10^{23}$ átomos de iodo.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de LD3 (2021)

Quadro 18: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD4 e espelho de resposta de cada problema

LD4. Problema 13, relativo ao Exercício 1, p 53:

O gás acetileno apresenta diferentes aplicações industriais, sendo utilizado como matéria-prima para a produção do etanol, ácido acético e a acetona e na soldagem oxicombustível. A combustão do acetileno pode produzir chama com temperatura da ordem de 3100°C . Imagine que para tratar desse conteúdo sua professora exibiu um vídeo que aborda o uso do acetileno na indústria de produção de borracha sintética a partir de uma reação de oxirredução e combustão deste hidrocarboneto. Em seguida, a professora solicitou que você realize estudo e pesquisa para responder as alternativas:

A) O que você entende pelo fenômeno da combustão de hidrocarbonetos? Para esse processo acontecer é necessária a interação química de um combustível com um comburente? Se sim, por quê? Use a simbologia da química para representar um exemplo de combustível e um de comburente.

B) Represente, usando a simbologia da química, a reação de combustão completa do gás acetileno. Como encontrar a quantidade de matéria da substância gasosa formada quando 8 mols de acetileno é consumido na combustão completa.

C) Partindo da combustão do acetileno, como se pode encontrar a quantidade de matéria do comburente necessária para produzir 17,5 mols de água?

LD4. Espelho de resposta do Problema 13

a) Os hidrocarbonetos são compostos constituídos por carbono e hidrogênio. Os prováveis produtos obtidos em sua combustão ou queima são gás carbônico e água.

Para uma queima acontecer é necessário o combustível, o qual será queimado, e um comburente, o que faz a queima ocorrer.

Combustível: gás acetileno – C_2H_2

Comburente: gás oxigênio - O_2



1 mol de C_2H_2 _____ 2 mol de CO_2

8 mol de C_2H_2 _____ x

X= 16 mol de CO_2



52mol de O_2 ____ 1 mol de H_2O

Y _____ 17,5mol de H_2O

Y= 43,75 mol de O_2

LD4. Problema 14, relativo ao Exercício 2, p 53:

Suponha que você trabalha em uma empresa cuja atividade é realizar a soldagem de ligas de aço com o uso do acetileno e oxigênio, com o cumprimento adequado das normas de segurança do trabalho. Considere as condições de temperatura 25°C e pressão de 1 atm constantes e o volume molar de $24,46 \text{ L/mol}$, sendo a combustão completa do acetileno. Nesse contexto, imagine que em uma das soldagens

you utilizou 91g de gás acetileno. Diante disso, você pode estimar a quantidade em massa de gás carbônico produzida? Como? Em outro processo de soldagem foi emitido 528g de gás carbônico. Nessa situação, como você pode prever o valor estimado da massa de água no final da soldagem? Proponha e justifique suas respostas fazendo uso do conhecimento e linguagem da química.

✚ **Espelho de resposta do Problema 14**



$$26\text{g/mol} \quad \text{_____} \quad 2 \times 44\text{g/mol}$$

$$91\text{g de C}_2\text{H}_2 \quad \text{_____} \quad \text{m}$$

$$\text{m} = 308\text{g de CO}_2$$

$$2 \times 44\text{g/mol de CO}_2 \quad \text{_____} \quad 18 \text{ g/mol de H}_2\text{O}$$

$$528\text{g de CO}_2 \quad \text{_____} \quad \text{z}$$

$$\text{Z} = 108 \text{ g de H}_2\text{O}$$

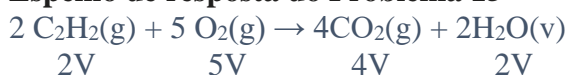
✚ **LD4. Problema 15, relativo ao Exercício 4, p 53:**

Imagine que você atua como um engenheiro químico, e precisa fazer alguns cálculos para estimar o volume dos cilindros para armazenamento de alguns gases. A partir de seus estudos você sabe que deve trabalhar nas condições constantes de pressão e temperatura e com um volume molar de 24,46 L/mol. Entretanto, antes de realizar os cálculos para os grandes volumes que a indústria exige você realizou dois experimentos de combustão, em microescala, nas seguintes condições:

Experimento I: Procedeu a combustão de certa massa de gás acetileno que resultou na produção de 673,8 L de gás carbônico. Explique, usando o conhecimento químico, como você pode encontrar a quantidade em volume de acetileno usado nesta combustão?

Experimento II: Foi realizada a combustão de certo volume de acetileno com 25 m³ de oxigênio. Usando a linguagem química, descreva como você pode encontrar a quantidade em volume de acetileno utilizado para esta proporção de gás oxigênio.

✚ **Espelho de resposta do Problema 15**



$$2\text{V} \quad 5\text{V} \quad 4\text{V} \quad 2\text{V}$$

Experimento I:

$$1\text{x } 22,4\text{L de C}_2\text{H}_2 \quad \text{_____} \quad 4\text{x } 22,4\text{L de CO}_2$$

$$\text{V de C}_2\text{H}_2 \quad \text{_____} \quad 673,8\text{L de CO}_2$$

$$\text{V} = 336,9\text{L de C}_2\text{H}_2$$

Experimento II:

$$2\text{V de C}_2\text{H}_2 \quad \text{_____} \quad 5\text{V de O}_2$$

$$\text{X de C}_2\text{H}_2 \quad \text{_____} \quad 25\text{m}^3 \text{ de O}_2$$

$$\text{X} = 10\text{m}^3 \text{ de C}_2\text{H}_2$$

Transformando de m³ para L

$$1000\text{L} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Y} \quad \text{_____} \quad 10 \text{ m}^3$$

$$\text{Y} = 1\text{x}10^4 \text{ L ou } 10.000 \text{ L de C}_2\text{H}_2$$

✚ **LD4. Problema 16, relativo ao Exercício 8, p 55:**

A água é uma substância indispensável para a vida no planeta terra. Sem água não há vida! Imagine que em uma das séries apocalípticas, Daniela protagoniza uma

cientista que precisa produzir água, que está em grande escassez na terra, sendo motivo de caos e guerra entre a população sobrevivente. Então, usando os equipamentos necessários, Daniela consegue amostras de 1000 g de hidrogênio e 4600 g de oxigênio. Você consegue prever a quantidade de massa de água que Daniela pode obter nesta produção em microescala? Se sim, como? Há possibilidade de sobrar um dos reagentes usados na produção de água? Se sim, qual? Responda as perguntas com base no conhecimento e linguagem simbólica da química.

✚ Espelho de resposta do Problema 16



Relação com hidrogênio:

$$2 \times 2\text{g/mol de H}_2 \text{ ___ } 2 \times 18\text{g/mol de H}_2\text{O}$$

$$1000\text{g de H}_2 \text{ ___ } x$$

$$x = 9000\text{g de H}_2\text{O}$$

Relação com oxigênio:

$$32\text{g/mol de O}_2 \text{ ___ } 2 \times 18\text{g/mol de H}_2\text{O}$$

$$4600\text{g de O}_2 \text{ ___ } w$$

$$w = 5175\text{g de H}_2\text{O}$$

Relação entre hidrogênio e oxigênio:

$$2 \times 2\text{g/mol de H}_2 \text{ ___ } 32\text{g/mol de O}_2$$

$$y \text{ de H}_2 \text{ ___ } 4600\text{g de O}_2$$

$$y = 575\text{g de H}_2$$

$$2 \times 2\text{g/mol de H}_2 \text{ ___ } 32\text{g/mol de O}_2$$

$$1000\text{g de H}_2 \text{ ___ } z$$

$$z = 8000\text{g de O}_2$$

$$4600\text{g de O}_2 \text{ ___ } 575\text{g de H}_2$$

$$8000\text{g de O}_2 \text{ ___ } 1000\text{g de H}_2$$

Como a massa de H₂ está em excesso (1000g utilizadas – 575g que reage = 425g em excesso), é possível obter 5175g de H₂O

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Quadro 19: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD5 e espelho de resposta de cada problema

✚ LD5. Problema 17, relativo ao Exercício 3, p 269:

O poliestireno é um plástico utilizado na fabricação de copo descartáveis e várias peças de uso doméstico ou embalagens. O prefixo poli significa dizer que há várias unidades de uma parte para formar um polímero. A partir desta informação, se reúna em grupo com alguns colegas, e pesquise sobre: A) A nomenclatura e estrutura química da matéria-prima que constitui o poliestireno. B) Como encontrar a fórmula mínima e a massa molecular do poliestireno.

✚ Espelho de resposta do Problema 17



A. Estireno

B. Como o poliestireno é constituído por várias moléculas de estireno e que este possui apenas carbono e hidrogênio e sabendo que suas massas molares são 12g/mol e 1g/mol respectivamente, calculamos:

Fórmula mínima: $C_8H_8 \div 8 = CH$

Massa molecular: $C = 12 \text{ g/mol} \times 8 = 96 \text{ g/mol}$ $H = 1 \text{ g/mol} \times 8 = 8 \text{ g/mol}$

Massa Total de $C+H = 96+8=104\text{g/mol}$

LD5. Problema 18, relativo ao Exercício 14, p 273:

Alberto atua como ferreiro e, ao realizar as atividades do seu ofício, levou um corte na mão esquerda. Bruna, sua esposa, que é enfermeira presenciou o acidente. De imediato ela pegou um frasco de água oxigenada e derramou certa quantidade em cima do ferimento. Nesse momento, era por volta de meio-dia, na cidade do Recife, com uma temperatura de 37°C e pressão de 1 atm. Nesta situação, o que aconteceu com a água oxigenada quando entrou em contato com o sangue? Há formação de novas substâncias? Se sim, quais? Que quantidade de água oxigenada Bruna pode ter usado nesta situação? Proponha sua resposta com base no conhecimento e linguagem da química.

Espelho de resposta do Problema 18

No sangue existe a enzima catalase que em contato com o peróxido de hidrogênio, comercialmente conhecida como água oxigenada, o decompõe em oxigênio e água. O oxigênio atua no combate a organismos anaeróbios, matando-os e impedindo infecções no corte.



$$2 \times 34\text{g de H}_2\text{O}_2 \text{ ----- } 22,4\text{L de O}_2$$

$$3,4 \times 10^3\text{g de H}_2\text{O}_2 \text{ ----- } V$$

$$V = 1120\text{L de O}_2$$

LD5. Problema 19, relativo ao Exercício 20, p 278:

Em uma aula no laboratório de química a professora Hayanne realizou um experimento para discutir com os alunos. Ela partiu de 300 g pó de ferro contido em um recipiente e adicionou 3 mols de gás oxigênio. O recipiente foi fechado, e sob agitação e aquecimento todos os reagentes foram consumidos. Em seguida, a professora solicitou que a turma se reunisse em pequenos grupos para analisar o experimento e responder as perguntas: O que acontece ao se misturar as substâncias ferro e oxigênio? Há formação de novas substâncias? Se sim, qual/quais? É possível prever sua quantidade expressa em gramas? Como? Este experimento pode representar algum fenômeno já observado por você no seu dia a dia? Se sim, qual/quais? Considere o conhecimento da química na proposição e justificativa das respostas. Em seguida socialize com a turma.

Espelho de resposta do Problema 19

- O ferro sofrerá oxidação

- Sim, o ferro metálico se oxida em ferro $2+$ ou $3+$ produzindo FeO e Fe_2O_3 respectivamente.

- Para $6\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 6\text{FeO}$

$$6 \times 56\text{g/mol Fe} \text{ ----- } 6 \times 72\text{g/mol FeO}$$

$$300\text{g} \text{ ----- } X$$

$$X = 385,7\text{g FeO}$$

- Para $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$

$$4 \times 56\text{g/mol Fe} \text{ ----- } 2 \times 160\text{g/mol Fe}_2\text{O}_3$$

$$300\text{g} \text{ ----- } X$$

$$X = 428,57\text{g Fe}_2\text{O}_3$$

-Sim, a oxidação de alguns objetos de ferro disponíveis nas residências e comércios, como panela, portão, grade, brinquedos, balde, prego, lataria de veículos, cadeira, materiais de construção, estruturas de ferro, dentre outros.

LD5. Problema 20, relativo ao Exercício 21, p 278:

Em uma aula de Química a professora Vera introduziu o tema Biocombustíveis apresentando a seguinte informação: Eles têm origem biológica não fóssil e são produzidos em escala industrial partindo de produtos agrícolas como cana-de-açúcar, mamona, soja, babaçu e milho. Em seguida ela propôs a turma uma atividade a ser realizada tomando por base o conhecimento da química.

Atividade: Considere que uma usina química pernambucana precisa produzir etanol adotando o processo de fermentação da cana-de-açúcar, com rendimento de 75%. Para isso realize uma pesquisa sobre a produção de etanol, proponha uma massa de matéria-prima extraída da cana-de-açúcar e a partir dessa massa estime a quantidade de etanol obtida expressa em toneladas. Também considere o processo químico simplificado de fermentação da matéria-prima usada na produção de etanol.

Espelho de resposta do Problema 20

Massa proposta: 10.000kg



180g/mol $C_6H_{12}O_6$ ___ 2x 46g/mol C_2H_5OH

10.000kg $C_6H_{12}O_6$ ___ X

X= 5.111,11 kg

Convertendo de quilo para tonelada:

1 Ton ___ 1000kg

T ___ 5.111,11 kg

T= 5,111 Ton

Como o rendimento é de 75%, obtemos:

5,111 Ton ___ 100%

Y ___ 75%

Y= 3,833 Ton de etanol

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Quadro 20: Problemas propostos a partir da transformação de exercícios do LD6 e espelho de resposta de cada problema

LD6. Problema 21, relativo ao Exercício 7, p 193:

Sobre o sulfato de ferro III, faça uma pesquisa e cite alguma utilização no meio industrial.

Existe alguma possibilidade de substituição desta substância?

Há algum dano a saúde humana, animal e ambiental com a utilização deste material? Justifique.

Espelho de resposta do Problema 21

Tratamento de esgoto;

Sulfato de ferro II;

Irritação na pele e vias respiratórias, manchas acastanhadas na pele e lesões

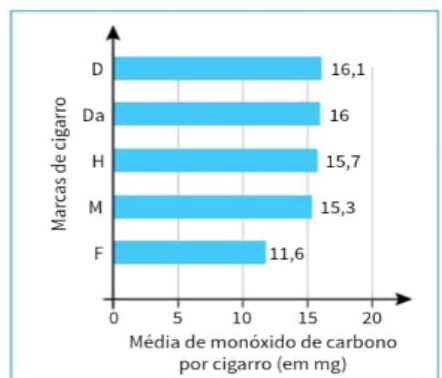
oculares

✚ **LD6. Problema 22, relativo ao Exercício 2, p 195:**

Quando há uma queima de matéria orgânica existe a liberação de gases e água. Estes gases podem variar de acordo com a queima, que pode ser completa ou incompleta. Nesta última podemos observar a formação do monóxido de carbono.

Ao ler um artigo sobre tabagismo você encontra algumas informações no gráfico ao lado.

Imagine que você está em um parque e existe uma mulher fumando um cigarro comum de marca F e, de acordo com este gráfico:



Fonte: PANKOW, James F. (Org.). Nicotine Availability in Tobacco Smoke Enhanced by Ammonia. *American Society News Service*, jul. 1997.

Observações: Os níveis referem-se apenas ao que é absorvido pelo fumante. Quantidades até 3,7 vezes maiores são lançadas no ambiente a cada queima de cigarro. Um cigarro lança 43 mg de monóxido de carbono no ar.

- O que você pode dizer sobre a atuação do cigarro F no ambiente e no organismo da mulher?
- A nível molecular, forneça a quantidade do gás absorvida por esta mulher e a quantidade em mol que é lançado ao meio ambiente.
- Faça uma entrevista com um fumante que você conhece para saber se ele percebeu alguma mudança em sua saúde após fumar por alguns anos. De acordo com o aprendido nas questões anteriores aconselhe a este entrevistado sobre o que acontece com seu organismo e com o meio ambiente em cada cigarro consumido.

✚ **Espelho de resposta do Problema 22**

a) Cada cigarro F ao ser queimado libera uma média de 11,6mg de CO no meio-ambiente. A mulher pode adquirir algumas doenças proveniente do tabagismo, tais como, câncer, problemas respiratórios, dentários, dependência química, dentre outros.

b) $1 \text{ cigarro F} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
 11,6mg equivale a $11,6 \times 10^3 \text{g}$

28g de CO $\underline{\hspace{1cm}}$ 6×10^{23} moléculas

$11,6 \times 10^3 \text{g}$ $\underline{\hspace{1cm}}$ X

X = $2,5 \times 10^{20}$ moléculas de CO que são absorvidas pela mulher

43mg equivale a $43 \times 10^3 \text{g}$

1 mol CO $\underline{\hspace{1cm}}$ 28g

Y $\underline{\hspace{1cm}}$ $43 \times 10^3 \text{g}$

Y = $1,54 \times 10^3$ mol de CO lançados ao meio ambiente

c) Resposta individual que varia de acordo com a entrevista.

✚ **LD6. Problema 23, relativo ao Exercício 1, p 198:**

Explosão no Líbano: De onde veio e para onde ia o nitrato de amônio que causou explosão em Beirute (publicado em 07/08/2020)

[...]o presidente do Líbano, Michel Aoun, disse que o nitrato de amônio

armazenado no porto da capital há seis anos é o responsável pela explosão que deixou ao menos 137 mortos e mais de 5 mil feridos.



Todos os olhares se voltaram para um evento que ocorreu em 2013, quando um barco de um armador russo, com bandeira da Moldávia, fez uma parada de emergência no porto de Beirute devido a problemas técnicos.

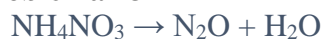
O governo não disse que essa é a origem do nitrato de amônio da explosão, mas o navio carregava justamente a quantidade de 2.750 toneladas que foram apreendidas pelas autoridades libanesas e armazenadas no local.

O nitrato de amônio é um composto que pode ser usado como fertilizante, mas também na fabricação de explosivos. Se não estiver armazenado nas condições corretas, como parece ter sido o caso da capital libanesa, pode ser muito perigoso.

- A partir do texto podemos supor uma série de fatores externos contribuintes para este fato. Mas o que pode ter acontecido em nível molecular?
- Represente a equação química relativa à produção de NH_4NO_3 .
- Sendo 1,5 milhões de toneladas da principal matéria-prima usada na produção de NH_4NO_3 , quantos quilogramas desse sal são obtidos?

Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53688549>
 acessado em 01/10/2020 as 16:35

✚ Espelho de resposta do Problema 23



É bastante provável que o nitrato de amônio estava em condições inadequadas de armazenamento. Se a temperatura não estiver muito baixa é possível que o nitrato se decomponha liberando oxigênio, que é comburente. Em seu entorno poderia haver materiais combustíveis, o que aumenta o risco de explosão.



$$17\text{g NH}_3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 80\text{g NH}_4\text{NO}_3$$

$$1,5 \times 10^6 \text{ Ton} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{X}$$

$$\text{X} = 7.058 \text{ Ton de NH}_4\text{NO}_3$$

Convertendo de tonelada para quilo:

$$1 \text{ Ton} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1000\text{kg}$$

$$7.058 \text{ Ton} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Y}$$

$$\text{Y} = 7,058 \times 10^9 \text{ Ton de NH}_4\text{NO}_3$$

✚ LD6. Problema 24, relativo ao Exercício 1, p 204:

Você como estudante de química está no laboratório em uma aula experimental e seu professor solicita que você prepare a mistura de duas soluções, usando 10,6g de carbonato de sódio e 22,2g de cloreto de cálcio.

- I. Como você iniciaria este procedimento? Explique de modo a incluir as

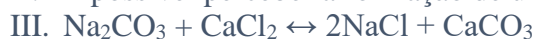
vidrarias, técnicas e materiais necessários.

- II. Após realizada a mistura, o que se consegue perceber no interior do recipiente?
 III. Explique quimicamente o que acontece desde o início da mistura até o seu término. Apresente as massas dos reagentes e indique sua conclusão de acordo com seus resultados.

🚩 Espelho de resposta do Problema 24

I. Com a quantidade dos reagentes já disponíveis, eu os transferia para um béquer de 100mL e, com auxílio de um bastão de vidro, faria a homogeneização da solução.

II. É possível perceber a formação de um precipitado.



106g/mol 111g/mol 2x58,5g/mol 100 g/mol

Calculando:

106g/mol Na₂CO₃ ___ 111g/mol CaCl₂

10,6g Na₂CO₃ _____ X

X= 11,1g CaCl₂

Como 10,6g de carbonato de sódio reage com 11,1g de cloreto de cálcio, pode concluir que o cloreto de cálcio estava em excesso, pois foram utilizados 22,2g desta substância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Nos enunciados dos problemas P1 a P24, que foram elaborados a partir de modificações feitas no enunciado de questões caracterizadas como exercícios extraídos dos livros LD1 a LD6, percebe-se, de um modo geral, que há uma articulação entre os aspectos dos conteúdos relativos à Estequiometria com elementos e vivências do cotidiano dos estudantes.

Os enunciados destes problemas apresentam algumas informações, entretanto, os estudantes precisam buscar e/ou construir outras informações complementares para o processo de resolução dos problemas e interagir com o professor/a e em alguns casos trabalhar em grupos. Tais problemas também visam promover a contextualização ancorada em situações reais do cotidiano ou presentes no ensino de química na escola.

No processo de resolução dos problemas propostos os estudantes são incentivados a construção do conhecimento químico por meio da reflexão, busca e exploração de fontes diversas de informação, da tomada de consciência do que eles já conhecem e do que ainda é desconhecido, quando mobilizam seus conhecimentos prévios para elaboração de hipóteses e estratégia inicial para resolução dos problemas propostos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, a análise dos Livros Didáticos (LD1 a LD6) apontou que das 249 questões contidas nas unidades didáticas de Estequiometria, 246 se caracterizam como exercícios. Isto indica que apenas 1,2% foram caracterizadas como problemas. A transformação de exercícios em problemas pode contribuir para que os professores percebam que há possibilidade de elaboração de novos recursos didáticos (problemas do tipo escolar) a partir do Livro Didático de Química. Ressaltamos que exercícios e problemas têm finalidades educativas diferentes, o que é interessante que o próprio professor faça uso de um ou de ambos conforme seus objetivos para o processo de ensino e aprendizagem para com os estudantes.

É importante constar que os problemas criados neste trabalho podem precisar de aprimoramentos, pois foram transformados por uma concluinte de graduação que está iniciando seu aprofundamento no estudo da Resolução de Problemas. Isto aponta a necessidade de existir formações continuadas para professores que objetivam atualizar seus conhecimentos e se profissionalizar constantemente para que assim estejam aptos a ofertar educação de qualidade.

REFERÊNCIAS

- BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: XV ENEQ, 2010.
- BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria, **RBECT**, v. 7, n. 1, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Química**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a Base. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 191-208, 2013.
- FREITAS, A. P.; BATINGA, V. T. S.; CAMPOS, A. F. Pesquisas sobre Resolução de Problemas em Química: uma análise em periódicos científicos. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 12, 2017.
- GONZÁLES, A. E.; DEL VALLE, A. L. **El Aprendizaje Basado en Problemas: Una propuesta metodológica en Educación Superior**. Madrid: Narcea Ediciones, 2018.
- LEITE, E. A. P. *et al.* Alguns desafios e demandas da formação inicial de professores na contemporaneidade. **Educação & Sociedade**, v. 39, p. 721-737, 2018.
- LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas**. Madrid: Encuentro, 1986.
- LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- MORI, C. R.; CURVELO, A. A. S. Química no ensino de ciências para as séries iniciais: uma análise de livros didáticos. **Ciência e Educação**, Bauru – SP, v. 20, n. 1, 2014.
- NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, p. 1-12, 2003.
- 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, n. 2, p.273-83, 2000.
- POZO, J. I. **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SALES, A. M. V. M.; BATINGA, V. T. S. Sequência didática baseada na Resolução de Problemas para a abordagem de Cinética Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 201-218, 2017.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. 144 p.

SIGANSKI, B. P.; FRISION, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro didático e o Ensino de Ciências. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. – XIV ENEQ, 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: XIV ENEQ, 2008.

SILVA, M. A. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação e Realidade**, v. 37, n. 3, p. 803-821. set./dez. 2012.

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

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.