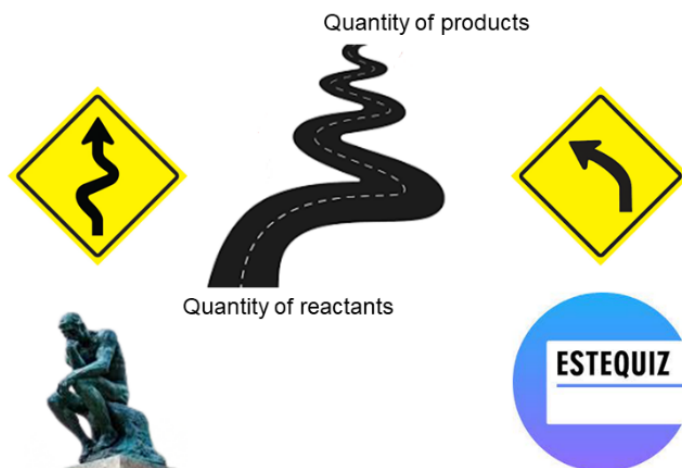


GRAPHICAL ABSTRACT



APRENDENDO ESTEQUIOMETRIA NO CELULAR – ESTEQUIZ – UM APLICATIVO PARA APRENDIZAGEM LÚDICA

LEARNING STOICHIOMETRY ON THE MOBILE PHONE – ESTEQUIZ – AN APPLICATION FOR PLAYFUL LEARNING

Rochele da Silva Fernandes ¹* e José Ribeiro Gregório ²

¹Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970 Porto Alegre – RS, Brasil.

*rochesfernandes@gmail.com

Artigo submetido em 25/10/2023, aceito em 10/01/2024 e publicado em 25/03/2024.

Resumo: O ensino de Estequiometria no Ensino Médio se mostra cada vez mais desafiador, visto que os estudantes têm apresentado dificuldades cada vez maiores nesse tema da Química. A partir da coleta de dados por meio de pesquisa diagnóstica qualitativa e quantitativa com emprego de formulário digital sobre as dificuldades apresentadas nesse processo por estudantes do Ensino Médio de uma escola da rede estadual da cidade de Vacaria, no Rio Grande do Sul, foi desenvolvido o EsteQuiz, uma estratégia lúdica para o ensino de Estequiometria. O EsteQuiz consiste em um jogo de perguntas e respostas selecionadas para trabalhar, além do tema, as principais dificuldades detectadas. O jogo está disponível de forma gratuita e digital, com o objetivo de estimular a aprendizagem desse tema, que é muito importante para o universo da Química e embasa tantos outros temas desta ciência.

Palavras-chave: jogo didático; dificuldades de aprendizagem; ensino médio.

Abstract: Teaching of stoichiometry in high school is increasingly challenging, as students are experiencing growing difficulties in this topic of Chemistry. From collecting data through qualitative and quantitative diagnostic research using a digital form on the difficulties presented in this process by high school students from of a public school at the city of Vacaria, in Rio Grande do Sul, EsteQuiz was developed as a playful strategy for teaching Stoichiometry. EsteQuiz consists of a game of questions and answers selected to work, in addition to the topic, the main difficulties detected. The game is available free of charge and digitally, aiming to stimulate the learning of this topic, which is very important for the universe of Chemistry and is the basis for so many other topics in this science.

Keywords: didactic game; learning difficulties; high school.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Estequiometria, seja no Ensino Médio ou no Ensino Superior, tem se apresentado cada vez mais desafiador aos professores de Química. Os estudantes têm demonstrado dificuldades crescentes, não restringindo-se a uma minoria discente que tem as operações matemáticas como obstáculos, ao desinteresse ou a algo desse gênero, tão comuns em sala de aula. Ao contrário, é mais frequente observarmos que a maioria dos estudantes apresenta dificuldades nesse tema e, por isso, tem atingido rendimentos insatisfatórios que os têm levado a dificuldades de progressão na disciplina e até mesmo a reprovações.

As dificuldades observadas em sala de aula foram a principal motivação para buscar entendimento sobre esse fenômeno que ocorre nas aulas de Química, *por que Estequiometria é um tema tão difícil para os estudantes dos diferentes níveis de ensino?* E a partir dessa pesquisa, desenvolvida no curso do Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROFQUI/UFRGS), buscou diagnosticar-se as dificuldades apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio e desenvolver uma estratégia didática para auxiliar professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem desse tema tão crucial para a Química.

Na busca de materiais didáticos aplicados a Estequiometria, observou-se uma escassez de recursos: há quantidades satisfatórias de listas de exercícios, porém não há materiais alternativos e diferentes para uso em sala de aula.

Dada a crescente demanda pelo uso de tecnologias digitais, cada vez mais difundidas não somente em sala de aula, mas também no cotidiano dos estudantes, se propôs o desenvolvimento de algo nesta forma, para que se pudesse aproximar mais o estudante dessa tecnologia em sala de aula, além de permitir que eles possam fazer uso em qualquer ambiente e a qualquer tempo.

Neste sentido, foi desenvolvido o EsteQuiz, que consiste em um jogo didático

de perguntas e respostas, ambientado em plataforma digital, que possibilita o estudo contínuo, de maneira lúdica, divertida e descontraída sobre Estequiometria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O tema de Estequiometria é fundamental para compreensão e aplicação das leis e conceitos quantitativos que dela derivam. Aliás, é justamente este aspecto quantitativo que conferiu à Química o status de Ciência, quando Lavoisier divulga os relatos obtidos de seus estudos sobre reações de combustão e a Teoria do Flogisto perde forças. Segundo Filgueiras (1995, p. 222): “a coerência do sistema de Lavoisier levava a uma abrangência de explicações muito mais ampla que aquela do sistema flogístico”.

Assim a Química ganha um novo espaço dentro do campo das Ciências, as Leis de Conservação de Massa e de Proporções Constantes passam a explicar e embasar observações de fenômenos até então pouco compreendidos.

Estequiometria também é um dos temas presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o desenvolvimento de competências na área de Ciências da Natureza:

Dessa maneira, podem mobilizar estudos referente a: [...] leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios de conservação de massa e energia [...] (Brasil, 2017, p. 340)

No entanto, Estequiometria está presente nas listas dos temas mais difíceis para ensinar e aprender nas aulas de Química (Santos, 2020). São diversos os obstáculos enfrentados por professores e estudantes nas salas de aula de Ensino Médio, desde os pré-conceitos de que o conteúdo é muito difícil, passando pelas dificuldades de conteúdos anteriores e que embasam a compreensão do tema, até a falta de estudo e dedicação nesta etapa da educação. Corroborando com esta observação Licata (2014):

A maioria dos estudantes, e muitos dos meus colegas (agora antigos), consideram a estequiometria como um dos tópicos mais desafiadores em um primeiro ano (e sim, até mesmo em um segundo ano) na aula de química. [...] Certamente, estequiometria significa trabalho duro e, para alguns, significa frustração. Mas não há razão para isso ser terrível, difícil e penoso.

As dificuldades encontradas no estudo da Estequiometria não se restringem apenas ao Ensino Médio. São observados resultados e percepções semelhantes também no Ensino Superior, conforme demonstrado no estudo realizado com discentes de Química Geral da Universidade Federal do Amazonas relatado por Yamaguchi e Silva (2019, p. 352):

Na análise dos estudantes, as maiores dificuldades estão relacionadas aos cálculos matemáticos e na base em química. Ao avaliarem os conteúdos que haviam maior dificuldade, verificou-se que a Estequiometria e o balanceamento, tópicos que envolvem cálculos matemáticos, apresentaram 69% da seleção dos discentes, seguidos de reações químicas (13%), ligações químicas (8%), estrutura atômica (2%) e outros (8%).

Quando o tema é trabalhado em sala de aula, é sabido que não só os conceitos químicos são abordados, mas é necessário resgatar conceitos relativos à matemática e ao raciocínio lógico, pois na Estequiometria não há fórmulas prontas a serem utilizadas, cada problema tem suas características.

Além de saber fazer o cálculo estequiométrico, é necessário que o estudante compreenda os conceitos envolvidos naqueles números. Para Okroy (2015):

É importante fazer os alunos refletirem sobre o significado dos cálculos, o que realmente significam as quantidades que foram calculadas. Não apenas saber calcular ou decorar os conceitos, mas saber significá-los.

Para tentar tornar o processo de ensino e aprendizagem deste tema mais agradável e simples aos estudantes, professores utilizam as mais diversas estratégias didáticas como contextualização das questões, uso de experimentos, atividades guiadas, utilização de materiais como missangas, balas de goma, blocos coloridos, entre outros (Fernandes, 2019).

No entanto, observa-se que a maioria destas estratégias são compostas por materiais concretos utilizados em sala de aula, não havendo aplicação para além do momento formal de estudo.

Considerando que os estudantes do Ensino Médio compõem uma geração calcada no uso de tecnologias digitais, é interessante que esse recurso seja integrado à sala de aula e também se constitua em uma ferramenta que o estudante possa usar em momentos não formais fora da escola. Neste sentido, observa-se uma vastidão de aplicativos e jogos digitais sobre variados temas como Tabela Periódica e Funções Orgânicas por exemplo.

Já para Estequiometria há poucos aplicativos e recursos digitais que explorem o tema para além dos conceitos, revisão de leis, exemplos resolvidos, e calculadoras de massas molares. Alguns aplicativos não estão disponíveis em português, criando ainda um outro obstáculo para uso pelos estudantes do Ensino Médio (Fernandes, 2019).

O uso de ferramentas digitais, mais especificamente o uso de dispositivos móveis como os smartphones, tem sido cada vez mais emergente para conexão da sala de aula com o cotidiano dos estudantes que as utilizam como fonte de pesquisa de conteúdo, resolução de exercícios entre outras aplicações. Para Machado (2019, p. 13):

A tecnologia digital é uma ferramenta valiosa para melhorar o desempenho dos alunos, visto que, o uso desses dispositivos propicia vantagens como mobilidade, interação e autonomia.

Quando materiais são disponibilizados gratuitamente e de forma digital, além de facilitar o acesso também é abrangido um maior número de estudantes (Segala, 2023).

É importante observar que as estratégias encontradas para trabalhar Estequiometria em sala de aula, como já citado, passam pela realização de experimentos, resolução de exercícios e revisão de conceitos. No entanto, poucos recursos disponíveis apresentam aspectos lúdicos, ao contrário do que se observa para temas como Tabela Periódica, por exemplo, onde há um maior número de jogos e atividades lúdicas, sejam elas digitais ou analógicas.

O uso da ludicidade é uma proposta interessante para promover a aprendizagem dos estudantes. Guimarães (2021, p. 45) ressalta que:

O jogo é, através do contexto vygotskiano, uma conquista histórico-social, que reúne em si as condições para a aprendizagem significativa preconizadas por Ausubel, é condizente investigar seu papel no desenvolvimento cognitivo do indivíduo, tornando-se, assim uma ferramenta didática em potencial.

A inserção de atividades lúdicas em sala de aula pode tornar o processo de aprendizagem mais agradável, além de promover a aprendizagem significativa dos estudantes, levando a melhores desempenhos nos temas abordados por estas estratégias. Para Koch *et al.* (2022, p. 46): “[...] a competição pode ser utilizada como um dos elementos que mobiliza os estudantes no processo de aprendizagem”.

Neste intuito, descrevem-se neste trabalho as metodologias, estratégias e resultados obtidos com objetivo de identificar as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes no processo de aprendizagem de Estequiometria. Baseado esse levantamento, propõe-se uma estratégia didática que contemple as dificuldades identificadas, através do uso de smartphones aliado a aplicação de jogo

didático lúdico para trabalhar este tema em sala de aula e fora dela.

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

3.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA

Para se identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes e observadas em sala de aula durante o processo de ensino e aprendizagem de Estequiometria no Ensino Médio, procedeu-se uma pesquisa qualitativa e quantitativa, onde foi elaborado um questionário contendo questões abertas e fechadas sobre o tema.

As questões abrangeram aspectos de contextualização do estudante, situando a etapa do Ensino Médio que está cursando, turno de estudo, características de aprovação/reprovação e demais informações necessárias para caracterização do grupo de análise.

As questões fechadas utilizaram a escala Likert com variação entre 01 (mais fácil) e 05 (mais difícil) para identificar e classificar as possíveis causas das dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Nestas questões foram listadas as principais causas para dificuldades, tais como: conhecimentos matemáticos, balanceamento de equações, conversão de unidades e interpretação de informações. A cada pergunta, o estudante/respondente deveria classificar seu nível de dificuldade utilizando a escala Likert disponível. Também houve espaço para que o estudante manifestasse causas diferentes daquelas previamente listadas nas questões fechadas. Com o intuito da construção do jogo didático em plataforma digital, o questionário também contou com questões sobre acesso a smartphones e internet.

A distribuição do questionário foi realizada de forma digital através da plataforma Google Formulários, oferecendo aos participantes mais liberdade e flexibilidade para responder sem monitoramento de professores e/ou

aplicadores e sem rastreamento de informações que pudessem identificá-los.

O questionário foi aplicado com 109 estudantes da 1ª e 2ª séries de Ensino Médio de uma escola pública estadual de educação básica, localizada em Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul, durante o período de 2017 e 2018.

3.2 ESTEQUIZ

Para construção do jogo didático, denominado EsteQuiz, buscou-se questões problemas de Estequiometria que envolvessem relações entre as grandezas de mol, massa, pureza, rendimento, reagente limitante e reagente em excesso. As questões selecionadas para compor o jogo foram formatadas para trabalhar as causas das dificuldades apontadas na pesquisa realizada previamente, de forma que não apenas o conteúdo de Estequiometria fosse trabalhado, mas também as dificuldades fossem enfrentadas através da resolução de problemas dedicados que envolvessem as habilidades requeridas.

Além das perguntas e respostas, o jogo didático foi desenvolvido com ferramentas para auxílio, como calculadora, tabela periódica, dicas e instruções. O jogo também conta com um mapa conceitual inicial, que irá sendo complementado conforme o jogador avança nas diferentes etapas.

A escolha em desenvolver o EsteQuiz para plataforma digital foi realizada considerando que os estudantes fazem uso e têm acesso a smartphones, tablets e demais equipamentos com acesso a internet. Geralmente esses dispositivos estão sempre os acompanhando, seja na escola ou fora dela, tornando o jogo de fácil acesso a qualquer momento.

No que tange ao desenvolvimento digital do jogo, programação, design, suporte em plataforma Android e Web, foram realizados pelo Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NAPEAD/UFRGS).

3.3 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO ESTEQUIZ

Após o desenvolvimento do EsteQuiz, o mesmo foi utilizado como forma de fixação dos conceitos estudados em aula prévia por três turmas de Ensino Médio, sendo uma turma de cada série, cada uma com cerca de 25 alunos.

Dois diferentes formatos de aplicação foram utilizados em turmas distintas: utilização do jogo de forma individual e utilização do jogo em grupos de estudos em sala de aula, conforme característica de cada turma e opção dos participantes.

Os estudantes foram estimulados a avançarem as etapas, utilizarem as ferramentas disponíveis e o mapa conceitual para apoio no jogo e em listas de exercícios posteriores. Após a utilização da estratégia em duas aulas de 45 minutos cada destinadas a este fim, foi solicitado a todos os participantes que respondessem a um segundo questionário, também disponibilizado em plataforma Google Formulários, com questões sobre contribuições que a utilização do jogo gerou para o aprendizado e minimização de dificuldades enfrentadas, as quais haviam sido apontadas no questionário diagnóstico que anteriormente os estudantes já haviam respondido.

Novamente foram utilizadas questões fechadas com Escala Likert, com variação entre 01 (mais difícil) e 05 (mais fácil) e questões abertas, quando aplicáveis.

As questões fechadas para as quais foi utilizada a Escala Likert abordaram aspectos quanto à facilidade de utilização do jogo e de suas ferramentas e também às principais dificuldades apresentadas no questionário diagnóstico e que foram consideradas na elaboração das questões, sendo elas a interpretação dos dados dos problemas estequiométricos e a conversão de unidades. Os resultados foram tabulados quantitativamente.

Já as questões abertas versaram sobre sugestões, dificuldades e facilidades diversas que os estudantes manifestaram e que não foram abordadas nas questões fechadas. A maioria das respostas tratou de funcionalidades do aplicativo e de regras do jogo. Estas sugestões foram consideradas para aprimoramento posterior da ferramenta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA

O questionário diagnóstico foi aplicado no segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018 com 109 alunos do Ensino Médio, sendo a maioria estudantes da segunda série, seguidos de estudantes da primeira série. Esta aplicação se deu em duas séries distintas do Ensino Médio uma vez que há divisão dos conteúdos nas respectivas séries e o tema Estequiometria é abordado com diferentes graus de aprofundamento em ambas.

Também 85,3% (93 dos estudantes) não eram repetentes em nenhuma etapa até o momento da coleta dos dados. Porém, dos 14,7% (16 estudantes) repetentes, destacam-se as disciplinas de Matemática, Física, Química, Biologia e Português como as principais responsáveis por retenções. Destaca-se também que a maioria (91,7%, 100 estudantes) dos respondentes declarou ter acesso a smartphones, corroborando para a escolha em desenvolver o EsteQuiz em plataforma digital.

Quanto às dificuldades em Química, 29,4% (32 estudantes) dos respondentes consideraram que a disciplina é de difícil a média compreensão, enquanto a maioria apontou ser indiferente. Já especificamente sobre Estequiometria, 41,3% (45 estudantes) indicaram que o tema é de difícil a média compreensão e 31,2% (34 estudantes) reconheceram ter algum tipo de dificuldade para compreender o tema. O observado vai ao encontro do que relata Santos (2020, p. 41):

[...] a maioria dos estudantes classificou esse conteúdo de Química como o de maior dificuldade dentre todos os outros estudados durante o ensino médio.

Quanto às causas das dificuldades enfrentadas, os dados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Compilação de resultados do diagnóstico de dificuldades em Estequiometria

Área de Dificuldade	% de Dificuldade
Interpretação – compreensão	36,7
Interpretação – identificação dos dados	28,5
Unidades – necessidade de conversão	31,2
Unidades – dificuldade de conversão	33,9
Matemática – montagem da Regra de Três	22,9
Matemática – operações matemáticas	20,2
Química – balanceamento	28,4

Fonte: Os autores (2019).

Faz-se necessário ressaltar que as principais causas apontadas pelos respondentes estão relacionadas com interpretação e unidades de medida. Essas competências não são restritas e exclusivas à disciplina de Química, em contraponto, são competências que, em um cenário ideal, já teriam sido desenvolvidas em etapas anteriores e que seriam reforçadas e utilizadas como pré-requisitos para o estudo do tema de Estequiometria, entre outros abordados nas salas de aula de Química.

No entanto, pela análise dos resultados obtidos, percebe-se que isto não é satisfatório. Conforme relata Santos (2020), a interpretação de enunciados de problemas estequiométricos é uma das grandes dificuldades apontadas pelos estudantes, acompanhada da dificuldade e conversão de unidades envolvendo mol e átomos.

Já o balanceamento de reações químicas não é apontado como uma das principais causas de dificuldades no

aprendizado de Estequiometria. Porém é válido ressaltar que, ao realizar exercícios de razão e proporção com objetos palpáveis como blocos de montar, miçangas, ou até mesmo ingredientes para fabricação de um bolo, os estudantes demonstram menos dificuldades em aplicar esses conceitos do que ao realizar o mesmo raciocínio para balancear símbolos químicos representativos de um processo. De acordo com Duarte (2021, p. 183):

Muitas vezes, os estudantes não conseguem correlacionar eventos macroscópicos e modelos microscópicos com os símbolos que os representam. Em outras palavras, discentes conseguem resolver problemas da Química mas não compreendem os conceitos químicos em que os problemas são baseados. [...].

4.2 ESTEQUIZ

A partir destes dados e como relatado anteriormente, o jogo de perguntas e respostas foi desenvolvido para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Estequiometria.

Optou-se pelo desenvolvimento de um jogo didático pois considera-se o efeito positivo que esta estratégia tem sobre o processo de ensino e aprendizagem. Conforme Koch et al. (2022, p. 45):

[...] os games influenciam no processo de ensino e aprendizagem por associarem aspectos como conflitos, feedback, diversão e competição, entre outros.

Além disso, ao se utilizar jogos didáticos, se explora a característica lúdica da atividade, proporcionando um ambiente descontraído ao estudante em sala de aula. Conforme relata Ferreira (2020), o aspecto lúdico é um dos recursos didáticos/pedagógicos mais utilizados seja como recurso principal ou auxiliar para se trabalhar temas em Química.

Para Silva (2020, p. 13-14):

O uso de jogos para a melhoria do aprendizado em química já é algo recorrente, tornando-se uma prática no processo de ensino-aprendizagem da disciplina. Essa prática funciona como uma ferramenta educativa lúdica, porém, eficaz, que estimula a construção do conhecimento do aluno através de um esforço espontâneo e de forma mais prazerosa.

Com a união das palavras estequiometria e quiz, o EsteQuiz foi desenvolvido para plataformas digitais do tipo Android e Web, de forma gratuita, pode ser acessado por qualquer interessado em aprender e treinar sobre o tema.

A escolha pelo uso de plataformas digitais foi feita observando-se que há poucos recursos do tipo jogo disponíveis nesse formato (Fernandes, 2019), a maioria dos aplicativos gratuitos apresenta conceitos, cálculo de massas molares e exemplos de questões resolvidas, o que não torna o estudante agente ativo do processo.

Incorporar as tecnologias digitais ao processo de aprendizagem em sala de aula é um requisito eminente se queremos incluir os estudantes neste processo como agentes ativos. Segundo Antler (2021, p. 26): “atualmente o uso de smartphones no ambiente escolar faz parte da rotina de alunos e professores”.

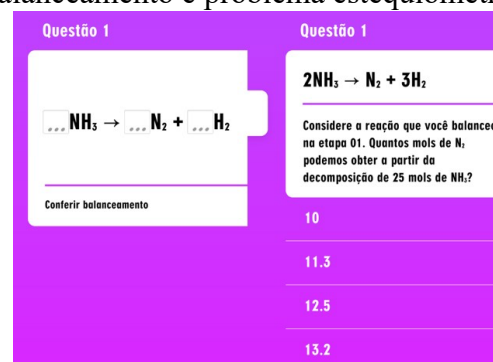
Ainda para Antler (2021, p. 28):

Os estudantes da Educação Básica do ano de 2020 não conhecem um mundo sem internet, sem wi-fi, sem equipamentos smart (Nativos Digitais) ao contrário de muitos de seus professores que nasceram em um mundo analógico (Imigrantes Digitais). Por isso incorporar essas tecnologias ao ensino e aprendizagem vai de encontro com uma forma de ensinar, por parte do docente, mais condizente com o mundo do jovem educando e que o estimule a participar da escola.

O jogo EsteQuiz consiste em cinco etapas com diferentes problemas sobre estequiometria, de forma também a abordar a interpretação de dados, identificação e conversão de unidades.

Cada etapa compreende quatro questões que são apresentadas ao jogador, posterior ao balanceamento da equação química, o problema apresentado poderá relacionar quantidades de mol vs. mol (etapa 1), mol vs. massa (etapa 2), massa vs. massa (etapa 3), rendimento e pureza (etapa 4) em etapas subsequentes e gradativamente mais complexas. Um exemplo de balanceamento seguido de problema estequiométrico é apresentado na Figura 1 a seguir.

Figura 1: Exemplo de etapa de balanceamento e problema estequiométrico



The image shows two panels from the EsteQuiz application. The left panel, titled 'Questão 1', displays a chemical equation for balancing: $\dots \text{NH}_3 \rightarrow \dots \text{N}_2 + \dots \text{H}_2$. Below the equation is a button labeled 'Conferir balanceamento'. The right panel, also titled 'Questão 1', shows the balanced equation $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$. Below this, a text-based problem asks: 'Considere a reação que você balanceou na etapa 01. Quantos mols de N_2 podemos obter a partir da decomposição de 25 mols de NH_3 ?'. At the bottom of the right panel, there are four multiple-choice options: 10, 11.3, 12.5, and 13.2.

Fonte: Os autores (2019).

A etapa 5 do EsteQuiz é chamada de Desafio Final, pois consiste em quatro problemas mais complexos que envolvem, além dos conceitos anteriormente descritos, situações envolvendo reagente limitante e reagente em excesso.

Ao final de cada uma das etapas vencidas, o jogador obtém parte de um mapa conceitual (Figura 2) sobre Estequiometria que, além de auxiliá-lo na própria progressão no jogo, pode ser utilizado em diferentes momentos na sala de aula ou fora dela, quando da resolução de listas de exercícios, por exemplo.

O mapa conceitual foi elaborado para que, além dos conceitos do tema, também fosse possível a criação de um algoritmo, ou podemos chamar de um passo a passo, para que os estudantes possam estruturar os cálculos estequiométricos e assim, facilitar sua compreensão.

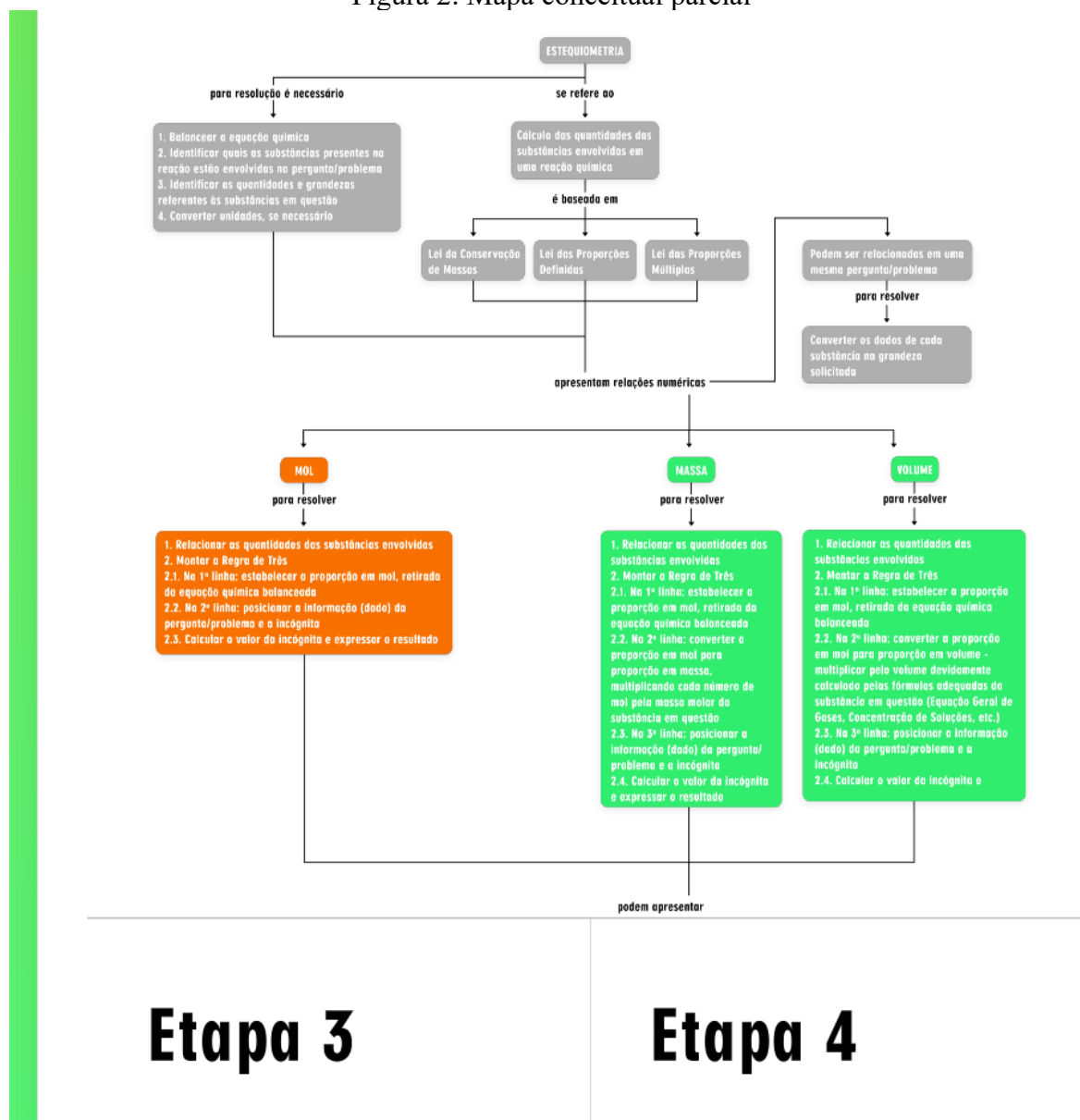
Ressalta-se que o mapa conceitual pode ser exportado, em formato de imagem, durante qualquer etapa para posterior utilização. O mapa conceitual presente no

EsteQuiz, obtido ao final da etapa 4, também pode ser obtido diretamente através do link https://drive.google.com/file/d/1msqRwD3zh_d9ZD4X5w67wQDd71oqq7JP/view?usp=share_link

O jogo EsteQuiz está disponível, de forma gratuita na loja de aplicativos Play

Store, através do link https://play.google.com/store/apps/details?id=com.NAPEAD.Estequiz&hl=pt_BR e para plataforma Web através do link <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/estequiz/>

Figura 2: Mapa conceitual parcial



Fonte: Os autores (2019).

4.3 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO ESTEQUIZ

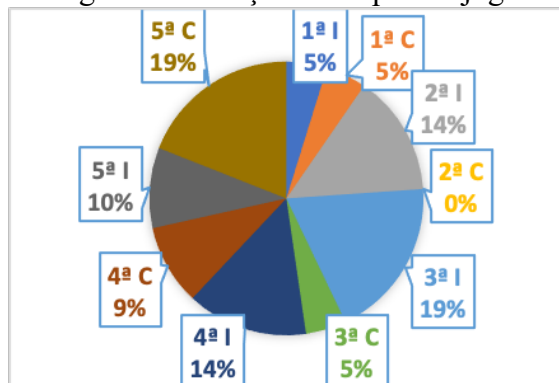
A maioria dos estudantes participantes na aplicação do jogo em sala de aula conseguiu evoluir entre a terceira e

quinta etapa do jogo, como mostra a Figura 3 a seguir.

No gráfico apresentado na Figura 3, as etapas incompletas referem-se à inicial I, logo após o número da etapa. As etapas

completas referem-se à inicial C, logo após o número da etapa correspondente.

Figura 3: Avanço nas etapas do jogo



Fonte: Os autores (2019).

Após as atividades propostas, a avaliação da estratégia didática foi bastante positiva, conforme mostra a Tabela 2. Os respondentes avaliaram que o jogo é de fácil compreensão e identificação dos dados propostos nos problemas, bem como a identificação e conversão de unidades foi facilitada com o uso desta ferramenta, além de ser fácil de utilizar e evoluir no jogo.

Tabela 2: Compilação de resultados de avaliação do EsteQuiz

Aspecto	% de Facilidade
Interpretação – compreensão do jogo	95,2
Interpretação – identificação dos dados	80,9
Interpretação – compreensão dos problemas	71,4
Unidades – identificação	71,5
Unidades – conversão	71,4
Jogo – uso	90,5
Jogo – evolução	57,1

Fonte: Os autores (2019).

Conforme Fernandes (2019, p. 53-61) os relatos em questões abertas e fechadas também foram positivos para as ferramentas auxiliares como calculadora (90,4% de utilidade) e tabela periódica (100% de utilidade), as quais estão disponíveis no jogo a qualquer momento além do mapa conceitual (81% de

utilidade), o qual é obtido após a conquista de cada etapa proposta.

Ainda conforme Fernandes (2019, p. 62) os estudantes relataram a necessidade de inclusão de um bloco de notas no aplicativo, a disponibilização em outros formatos como web e iOS, a ampliação do número de questões e etapas do jogo. Assim, o NAPEAD/UFRGS também propôs a versão web do EsteQuiz.

5 CONCLUSÕES & PERSPECTIVAS

O presente trabalho obteve êxito em diagnosticar as principais causas das dificuldades enfrentadas por estudantes do Ensino Médio quanto ao processo de ensino e aprendizagem do tema Estequiometria à luz do contexto estudado.

A estratégia didática proposta foi satisfatória, uma vez que se apresenta de forma inovadora e aborda o tema de forma lúdica com uso de tecnologia digital, além de envolver o estudante de forma ativa na resolução de questões focadas em desenvolver habilidades de interpretação de texto e conversão de unidades. Estas foram apontadas como as principais dificuldades pelos próprios estudantes. Comparando as poucas demais ferramentas disponíveis até a publicação do EsteQuiz, este apresenta uma maneira inovadora de abordar o assunto, e obteve avaliações positivas quanto a sua utilização e contribuição para minimização das dificuldades apontadas na pesquisa inicial.

Destaca-se que a interpretação de texto não é uma competência exclusiva e única da disciplina de Química, que esta ferramenta proposta visou minimizar as lacunas existentes e apontadas pelos estudantes participantes da pesquisa e que devem seguir sendo exploradas nas mais diversas oportunidades, para que os futuros egressos das escolas de Educação Básica cheguem aos bancos escolares do Ensino Superior com estas habilidades mais consolidadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES, Código do Financiamento 001), ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROFQUI/UFGRS) e ao NAPEAD/UFGRS.

REFERÊNCIAS

ANTLER, Mayara. **O Ensino de Química Através do Aplicativo “Química na Mão – Cinética”:** uma apostila interativa ao alcance do aluno. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, PROFQUI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/235590>>. Acesso em 10 jan. 2024.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** ensino médio. Brasília, DF. MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

DUARTE, Claudiomar J. **Método Algébrico para Balanceamento de Reações:** uma alternativa não explorada em livros didáticos de Química. Química Nova na Escola, v. 43, n 2, p. 183-189, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160248>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FERNANDES, Rochele S. **Diagnóstico de Dificuldades de Aprendizagem Relacionadas ao Estudo da Estequiometria com Alunos do Ensino Médio da Rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul e Proposta de Estratégia Didática.** 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, PROFQUI, Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/204681>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FERREIRA, Mariane S. **Panorama dos Recursos Pedagógicos Utilizados nas Publicações do PIBID/Química UFRGS: perspectivas em relação à formação inicial pelos olhos dos atores envolvidos.** 2020. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/212971>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FILGUEIRAS, Carlos A. L. A Revolução Química de Lavoisier: Uma Verdadeira Revolução? Química Nova. v. 18, n 2, p. 219-224, 1995. Disponível em: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol18No2_219_v18_n2_14.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

GUIMARÃES, Letícia M. **Jogos Didáticos como Recurso Educacional para Aprendizagem em Química.** 2021. 211 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas, PROFQUI, Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, 2021. Disponível em: <https://profqui.iq.uff.br/wp-content/uploads/2021/03/UFF_Dissertacao_Leticia-Mara-Guimaraes_2018-compactado.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

KOCH, Caroline S.; SALGADO, Tânia D. M.; PAZINATO, Maurício S.; PASSOS, Camila G. **Análise e caracterização das provas da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul.** Química Nova na Escola, v. 45, n 1, p. 39-50, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160298>>. Acesso em: 10 jan. 2024.

- LICATA, David. Stoichiometry is Easy. 2014. Disponível em <<https://www.chemedx.org/article/stoichiometry-easy>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- OKROY, Michelle. **Using Video Resources to Address Stoichiometry Misconceptions.** 2015. Disponível em <<https://www.chemedx.org/blog/using-video-resources-address-stoichiometry-misconceptions>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- SANTOS, Sabrina S. **Produção de “vídeo-lista” como ferramenta de apoio à aprendizagem de Estequiometria.** 2020. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, PROFQUI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/218101>>. Acesso em 10 jan. 2024.
- SEGALA, Maximiliano.; SANTOS, Sabrina.; RAUPP, Daniele. **Elaboration of the Audiovisual Material to Facilitate the Teaching and Learning of Stoichiometry in Public and Private Schools in Brazil.** In: 15th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA). Capadócia, 2023. p. 357-358. Disponível em: <<https://www.esera2023.net/wp-content/uploads/2023/08/ESERA-27-08-2023-.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- SILVA, Maria Vivian C. **Ensino de Química: jogando cartas com os elementos químicos e a tabela periódica.** 2020. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/210510>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- YAMAGUCHI, K. K. L.; SILVA, J.S. **Avaliação das causas de retenção em Química Geral na Universidade Federal do Amazonas.** Química Nova, v. 42, n 3, p. 346-354, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170336>>. Acesso em: 10 jan. 2024.