



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL  
PROFQUI

**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**

ROCHELE DA SILVA FERNANDES

ORIENTADOR: PROF. DR JOSÉ RIBEIRO GREGÓRIO

Dissertação

Porto Alegre, agosto/2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL  
PROFQUI

ROCHELE DA SILVA FERNANDES

**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**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em  
Química.

Prof. Dr. José Ribeiro Gregório

Orientador

Porto Alegre, agosto/2019

A presente dissertação foi realizada inteiramente pelo autor, exceto as colaborações as quais serão devidamente citadas nos agradecimentos, no período entre agosto/2017 e agosto/2019, no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob Orientação do Professor Doutor José Ribeiro Gregório. A dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Química pela seguinte banca examinadora:

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Nery Furlan  
Mendes

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jacqueline Ferreira  
Leite Santos

---

Prof. Dr. Marcelo Priebe Gil

---

Prof. Dr. José Ribeiro Gregório  
Orientador

---

Rochele da Silva Fernandes  
Mestranda

Dedico este trabalho a todos os estudantes, professores e profissionais da Química que, apesar de todos os obstáculos, levam o conhecimento Químico ao encontro da sociedade e assim consolidam esta área da Ciência tão imprescindível para o desenvolvimento humano, social, ético e ambiental.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela saúde e fé, por proporcionar todas as oportunidades na minha vida, permitir que possa me desenvolver e entrar em contato com o conhecimento desse universo, por estar sempre ao meu lado, guiando e protegendo.

Agradeço, em especial, meu orientador, que nunca mediu esforços nem poupou tempo e conhecimento para que atingíssemos nossos objetivos.

Aos meus familiares, amigos e aqueles que amo incondicionalmente, por sempre me incentivarem na realização dos meus sonhos.

Ao NAPEAD pelo trabalho, desenvolvimento e dedicação com o EsteQuiz.

À CAPES pela oportunidade e financiamento do presente trabalho.

A todos meus colegas de curso, professores e à UFRGS pela oportunidade de fazer parte deste universo tão rico ao conhecimento.

“Para os crentes, Deus está no princípio das coisas. Para os cientistas, no final de toda reflexão”.

(Max Planck)

## SUMÁRIO

RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. Introdução	14
1.1 Motivações para a Escolha do Objeto de Pesquisa	14
1.2 O Conteúdo de Estequiometria em Sala de Aula	15
1.3 Justificativa	17
2. Objetivos	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3. Fundamentação Teórica	20
3.1 A História da Estequiometria	20
3.2 O que é Estequiometria	21
3.3 Obstáculos e Estratégias para o Ensino de Estequiometria	26
3.4 O Uso de Mídias Digitais	31
3.5 Mapas Conceituais	33
3.6 Jogos no Ensino de Química	34
4. Metodologia	39
4.1 Questionário Diagnóstico	39
4.2 O Jogo	40
5. Resultados e Discussão	43
5.1 Questionário Diagnóstico	43
5.2 Questionário de Avaliação do EsteQuiz	53
6. Conclusão	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE A	69
APÊNDICE B	73
APÊNDICE C	74
APÊNDICE D	75
APÊNDICE E	76

<b>APÊNDICE F</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE G</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE H</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE I</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE J</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE K</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE L</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE M</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE N</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE O</b>	<b>86</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Índice de repetência _____	44
<b>Figura 2.</b> Disciplinas em que houve reprovações _____	44
<b>Figura 3.</b> Respostas sobre a compreensão na disciplina de Química _____	45
<b>Figura 4.</b> Respostas sobre a compreensão do conteúdo de Estequiometria _____	46
<b>Figura 5.</b> Respostas sobre dificuldades com exercícios de Estequiometria _____	46
<b>Figura 6.</b> Respostas sobre a facilidade de compreensão do problema estequiométrico _____	47
<b>Figura 7.</b> Respostas sobre identificação dos dados presentes no problema _____	48
<b>Figura 8.</b> Respostas sobre conversão de unidades de medida _____	48
<b>Figura 9.</b> Respostas sobre conversão de unidades de medida _____	49
<b>Figura 10.</b> Respostas sobre montagem da Regra de Três _____	50
<b>Figura 11.</b> Respostas sobre operações matemáticas _____	50
<b>Figura 12.</b> Respostas sobre balanceamento de equação química _____	51
<b>Figura 13.</b> Compreensão de questões _____	53
<b>Figura 14.</b> Dificuldades para utilizar o jogo _____	54
<b>Figura 15.</b> Utilidade da calculadora _____	54
<b>Figura 16.</b> Evolução entre as etapas do jogo _____	55
<b>Figura 17.</b> Avanço nas etapas do jogo _____	56
<b>Figura 18.</b> Facilidade de compreensão de problemas _____	56
<b>Figura 19.</b> Identificação de dados para resolução dos problemas _____	57
<b>Figura 20.</b> Identificação de unidades de medida _____	57
<b>Figura 21.</b> Conversão de unidades de medida _____	58
<b>Figura 22.</b> Auxílio do mapa conceitual na resolução dos problemas do jogo _____	58
<b>Figura 23.</b> Utilidade futura do mapa conceitual final _____	59
<b>Figura 24.</b> Auxílio do jogo na compreensão do conteúdo _____	59
<b>Figura 25.</b> Identificação de dificuldades anteriores em Estequiometria _____	60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Compilação de resultados do diagnóstico de dificuldades em Estequiometria _____	52
<b>Tabela 2.</b> Compilação de resultados da avaliação do EsteQuiz _____	61
<b>Tabela 3.</b> Compilação dos resultados da utilidade do EsteQuiz _____	61

## RESUMO

Muitos alunos do Ensino Médio apresentam baixo desempenho nos conceitos de Estequiometria. Este desempenho também desencadeia um baixo rendimento na disciplina de Química e, conseqüentemente, baixo rendimento no curso, levando alguns alunos à evasão escolar. O presente trabalho buscou diagnosticar as causas das dificuldades apresentadas pelos alunos de nível médio quanto ao conteúdo de Estequiometria. Para tanto, foi aplicado um questionário estruturado a alunos do primeiro e segundo ano do Ensino Médio. Foram obtidas 109 respostas que auxiliaram na identificação das principais causas destas dificuldades. Com base nestes resultados, foi proposto o desenvolvimento de um jogo didático do tipo quiz, para auxiliar o ensino de Estequiometria e minimizar as causas do baixo desempenho dos alunos neste conteúdo. O jogo didático, denominado EsteQuiz, foi desenvolvido para plataformas Android e Web, com auxílio do Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância da Universidade Federal do Rio grande do Sul – NAPEAD/UFRGS, permitindo que os alunos façam uso em seus dispositivos móveis em qualquer lugar, não restrito ao uso em sala de aula. Com o progresso no jogo, o jogador obtém parcelas de um mapa conceitual de Estequiometria, que o auxilia no seu avanço no próprio jogo, como também nos estudos posteriores. O mapa conceitual foi elaborado para relacionar os principais conceitos de Estequiometria e apresentar um algoritmo de resolução de problemas estequiométricos para guiar o aluno na elaboração do pensamento lógico.

**Palavras-chave:** ensino de química, jogo didático, mapa conceitual.

## ABSTRACT

Many high school students present poor performance on Stoichiometry. This performance also triggers a low return in the subject of Chemistry and, consequently, low return in the course, leading some students to school dropout. The present work sought to diagnose the causes of the difficulties presented by the students regarding the content of Stoichiometry, applying a survey to first and second year of high school students. Based on a total of 109 responses, it was proposed the development of a didactic quiz type game, to assist the learning of Stoichiometry and minimizing the causes of the low performance of students in this content. The didactic game, called EsteQuiz, was developed for Android and Web platforms, with the support of NAPEAD/UFRGS, allowing the student to make use of their mobile devices anywhere, not restricted to use in the classroom. Upon progress in the game, the player obtains parts of a conceptual map of Stoichiometry, which assists him in his advancement in the game, as well as in later studies. The conceptual map was elaborated to relate the main concepts of Stoichiometry and to present an algorithm to solve Stoichiometric problems guiding the students in the elaboration of logical thinking.

**Keywords:** chemistry education, didactic game, conceptual map.

## **1. Introdução**

### **1.1 Motivações para a Escolha do Objeto de Pesquisa**

Durante minha trajetória escolar, ainda no Ensino Fundamental Séries Iniciais, tive o primeiro contato com a Química, quando minha professora da então quarta série realizou uma atividade em sala de aula com azul anil. Aquela experiência demonstrativa fez despertar o interesse pelas coisas ligadas, ao que mais tarde, identifiquei como Química.

No Ensino Médio, cursei Magistério, então a disciplina foi resumida e alguns conteúdos não foram estudados. Mesmo assim, a decisão pelo curso de Química em nível superior foi uma certeza. Ao ingressar na universidade, já no terceiro semestre tive a oportunidade de realizar observações em turmas de Ensino Médio de escolas públicas, as quais me possibilitaram verificar que os alunos demonstravam maiores dificuldades quando os conteúdos de química envolviam cálculos.

Ao concluir a graduação e, algum tempo depois, ingressar na rede estadual de educação, aquela percepção de que os conteúdos de química que envolvem conceitos matemáticos são difíceis para alunos, confirmou-se a cada ano, e cada vez com mais intensidade.

O estudo da estequiometria e suas dificuldades tornou-se um objeto de interesse de estudo, motivado pelas percepções realizadas ao longo destes anos de trabalho em sala de aula. A oportunidade veio quando da seleção para o PROFQUI.

Agregar a este estudo o desenvolvimento uma ferramenta didática com o uso de jogos e mapas conceituais, foi motivado pelo interesse pessoal em desafios lógicos e mapas mentais de resolução, os quais foram muito úteis no meu processo de aprendizagem.

A proposta de estudo foi apresentada ao meu orientador Prof. José Ribeiro Gregório, que aceitou e aperfeiçoou a ideia. Agregar o estudo quanto às dificuldades

relacionadas a estequiometria, com jogos em plataformas digitais e uso de mapa conceitual foi o passo que faltava para dar forma ao objeto de pesquisa.

## **1.2 O Conteúdo de Estequiometria em Sala de Aula**

O ensino de Química para o Nível Médio está baseado no trabalho de conhecimentos fundamentais desta Ciência com os alunos, de acordo com a organização curricular determinada pelo MEC (Ministério da Educação), através dos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais)<sup>1</sup>, que, junto com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio<sup>2</sup>, estabelecem as habilidades e competências a serem desenvolvidas ao longo dos três anos que compõem este nível de ensino.

Nesta organização curricular, em torno de 30 conteúdos podem ser listados para serem desenvolvidos junto aos alunos. Ao final deste período, os alunos devem ter adquirido conhecimentos básicos suficientes para poderem operar em sua sociedade, e também embasar a progressão de seus estudos e especialidades nas mais diversas áreas do conhecimento que optarem em seguir no nível técnico e/ou superior.

Vale ressaltar que tanto as Diretrizes Curriculares Nacionais como os PCNs estão implantados nos currículos escolares atuais, embora a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) já esteja aprovada desde dezembro de 2018, o cronograma de implementação está previsto para iniciar em 2020 e findar até março de 2022, conforme informações disponíveis no site do MEC, através do Guia de Implementação do Novo Ensino Médio.

Dentre os conteúdos trabalhados na disciplina de Química, há um certo grau de dificuldade na aplicação de conceitos e leis relativas à Estequiometria Química. Em algumas escolas este conteúdo é trabalhado no Primeiro Ano do Ensino Médio, logo após o trabalho do conteúdo de Leis Ponderais. Em outras escolas, o conteúdo é trabalhado no Segundo Ano do Ensino Médio, logo após os conceitos de massa atômica, massa molecular, mol e massa molar. Esta definição é realizada pelas próprias escolas, quando elaboram seus planos de estudos.

Observa-se, durante o trabalho deste conteúdo, que muitos alunos apresentam dificuldades para apropriação deste conhecimento, conceitos e aplicações. Muitas vezes estas dificuldades criam um grau de aversão à disciplina e todo o seu conhecimento, levando a um baixo desempenho do aluno em Química. Conseqüentemente, muitos reprovam neste nível de ensino e alguns ainda abandonam os estudos pelas dificuldades que enfrentam em avançar para os demais níveis.

Quando comparado aos demais conteúdos desenvolvidos na disciplina de Química que envolvem conhecimentos matemáticos, a Estequiometria desafia os alunos a raciocinar sobre o problema proposto, não havendo uma fórmula de cálculo pronta, o que se observa em outros conteúdos como cálculo de soluções, por exemplo.

Não é raro os alunos solicitarem uma fórmula mágica que seja aplicada a todo e qualquer problema estequiométrico, na qual seja possível apenas substituir as representações alfa por numéricas e pronto, ali está a resolução do problema. Por tratar-se de um conteúdo baseado no raciocínio lógico e aplicado do aluno, parece este ser o maior desafio para ele: como pensar? Como iniciar a lógica da resolução do problema? Por onde começar?

Há muitas razões e causas para as dificuldades demonstradas pelos alunos durante os trabalhos em sala de aula, desde deficiências quanto à leitura e interpretação de textos para compreensão clara de problemas propostos, à aplicação de conhecimentos matemáticos como razão e proporção, e à aplicação de raciocínio lógico para a elaboração da resolução para problemas estequiométricos.

As percepções empíricas acerca das dificuldades de ensino-aprendizagem deste conteúdo levam a crer na necessidade de se identificar os principais fatores que dificultam este aprendizado. Com base neste diagnóstico, propostas educacionais precisam ser desenvolvidas para que professores e alunos quebrem o tabu que ronda a Estequiometria e que o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos envolvidos neste tema se torne mais relevante e menos traumático durante o Ensino Médio.

Este trabalho se propôs a diagnosticar as principais dificuldades de alunos do Ensino Médio em relação ao conteúdo de Estequiometria, através de questionário

aplicado a uma amostra de alunos de uma escola pública estadual da educação básica, situada no município de Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul.

Com base nos resultados dessa pesquisa, também se propôs o desenvolvimento de uma estratégia didática que auxiliasse professores e alunos nesse processo. Essa estratégia consiste em um jogo do tipo quiz, desenvolvido para plataforma Android, em que os alunos pudessem exercitar, aprimorar e testar seus conhecimentos acerca do tema, através de uma ferramenta disponível, acessível, atraente e que faz uso de recursos tecnológicos que estão inseridos no meio de vida destes jovens.

Durante o quiz, o grau de dificuldade dos problemas propostos vai gradualmente aumentando, envolvendo cada vez mais conceitos relativos à Estequiometria. O aluno conta com dicas e suporte para progredir no jogo. A cada etapa vencida, parcelas de um mapa conceitual irão sendo fornecidas, de modo que ao final, o aluno tenha os conceitos envolvidos neste conteúdo associados através de um mapa conceitual que pode ser consultado nas plataformas digitais, exportado e impresso, para utilização posterior.

A elaboração do jogo didático que possa ser utilizado em dispositivos com Android, no qual o aluno possa aplicar e testar sua compreensão acerca da Estequiometria, e ainda possa, ao longo de seu avanço neste jogo, obter um mapa conceitual capaz de auxiliá-lo na resolução de problemas propostos, tem o objetivo de amenizar as dificuldades atuais apresentadas pelos alunos e assim, obter resultados mais satisfatórios para o processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo muito relevante à ciência Química.

### **1.3 Justificativa**

A Educação em Química sempre enfrenta diversos obstáculos para que o aluno atinja a compreensão dos conceitos trabalhados. Os alunos do ensino médio apresentam elevada dificuldade para compreender os conceitos de estequiometria e, conseqüentemente, têm resistência no emprego destes conceitos, os quais são fundamentais para o entendimento de conteúdos subsequentes, como preparo de

soluções, reações químicas, termoquímica, cinética química, entre outros. Muitas vezes estes obstáculos levam à evasão escolar, somando-se aos demais fatores que fazem estes jovens não prosseguirem seus estudos. Com base neste diagnóstico preliminar, se entende que é necessário identificar os principais fatores que bloqueiam este aprendizado e propor o uso de uma estratégia didática que envolva tecnologias acessíveis aos alunos, uma vez que há poucas opções disponíveis em aplicativos para este tema e o trabalho com mapas conceituais que possam amenizar esta complexidade na aprendizagem.

## **2. Objetivos**

O presente trabalho apresenta os seguintes objetivos:

### **2.1 Objetivo Geral**

Identificar as dificuldades de aprendizagem com relação ao conteúdo de Estequiometria dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública localizada no município de Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul, e propor uma estratégia didática.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conteúdo de Estequiometria;
- Classificar as dificuldades de aprendizagem identificadas;
- Propor uma estratégia didática de ensino para diminuir as dificuldades levantadas;
- Aplicar o uso de tecnologia para o ensino de Estequiometria em sala de aula;
- Aplicar o uso de mapa conceitual para o ensino de Estequiometria.

### 3. Fundamentação Teórica

#### 3.1 A História da Estequiometria

Os aspectos quantitativos da Química somente ganharam ascensão dentro da Ciência no século XVIII, quando a Química, até então qualitativa, com algum toque de magia e ainda arraigada à alquimia, começava a ganhar relações quantitativas, constituindo-se em um dos fatores que daria a esta vertente científica o status de Ciência.<sup>3</sup>

É na origem destes estudos que encontramos o berço da Estequiometria. Quando Lavoisier (1743-1794) passa a relatar conclusões dos estudos realizados com reações de combustão de metais, a Teoria do Flogisto, desenvolvida pelo médico alemão Stahl (1660-1734), que explicava a reação de combustão com base na formação de um produto gasoso chamado Flogisto, até então em vigor, começa a enfraquecer.<sup>3</sup>

Para Filgueiras<sup>4</sup> “a coerência do sistema de Lavoisier levava a uma abrangência de explicações muito mais ampla que aquela do sistema flogístico”.

A Teoria do Flogisto não estava totalmente errada, era baseada em aspectos qualitativos e mostrava-se falha para explicar o ganho de massa em produtos formados a partir de reações de combustão de metais.

Lavoisier passou a estudar diferentes reações em sistemas fechados, preocupou-se em determinar quantitativamente as massas de produtos e reagentes, a evidência de que outras substâncias não visíveis participavam das reações eram cada vez mais fortes. As conclusões levaram à proposta da existência do oxigênio e, a partir daí os pilares da Teoria da Combustão foram sendo firmados.

No decorrer do ano de 1773, fez experiências com os carbonatos de cálcio e de metais alcalinos e com os óxidos metálicos. Estudou os fenômenos de efervescência dos carbonatos sob a ação dos ácidos, as precipitações dos sais metálicos pelos carbonatos ou hidróxidos alcalinos, a redução das cales metálicas (óxidos) pelo carvão, a formação dos óxidos por aquecimento dos respectivos metais sob uma campânula sobre mercúrio, a combustão do enxofre e do

fósforo. Como consequência pressentiu o papel do carbono na redução dos óxidos e o de uma parte do ar atmosférico na oxidação do metal.<sup>5</sup>

As análises quantitativas das reações realizadas sob condições controladas em sistemas fechados, levou à conclusão não só da presença de outras substâncias participantes da reação, mas também de um dos princípios que embasam os conceitos de Estequiometria.

A conservação de massa observada nestas reações rendeu a Lavoisier as atribuições pela Lei da Conservação de Massas.

Lavoisier não foi o descobridor do famoso princípio que leva o seu nome: havia muito que os químicos trabalhavam com a suposição implícita da conservação da matéria. Lavoisier foi, porém, aquele que o explicitou de maneira clara e inequívoca, em seu *Traité* de 1789: podemos estabelecer como um axioma que, em todas as operações da arte e da natureza nada se cria; uma quantidade igual de matéria existe antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente as mesmas; e nada ocorre além de variações e modificações na combinação dos elementos. Deste princípio depende toda a arte de executar experimentos químicos: devemos sempre supor uma igualdade exata entre os elementos do corpo examinado e aqueles dos produtos de sua análise.<sup>4</sup>

Com a evolução dos estudos quantitativos e a ascendência cada vez maior da Química como área da Ciência, ganhando espaço próprio em universidades, o desenvolvimento das leis e teorias que embasassem os estudos estequiométricos foi sendo promovido.<sup>3</sup>

A descoberta de elementos, substâncias compostas, proporções em que se formam, proporções em que reagem, serviu de base para o estabelecimento das relações matemáticas que nos permitem prever os aspectos quantitativos de uma substância e de uma reação química. Estabelecia-se a Estequiometria.

### **3.2 O que é Estequiometria**

Estequiometria é o estudo das medidas químicas, é a análise quantitativa das substâncias químicas, a relação numérica existente entre os elementos na formação de uma substância e a relação estabelecida em uma transformação química com outras substâncias.<sup>6</sup>

A palavra estequiometria deriva das palavras gregas *stoicheon*, que significa “elemento” e *metron*, que significa “medida”.

[...] é definida como o estudo (1) das quantidades relativas de elementos combinados em compostos e (2) das quantidades relativas de substâncias consumidas e formadas em reações químicas. Em outras palavras, estequiometria é o estudo quantitativo da composição química (composto ou fórmula estequiométrica) e transformações químicas (reação ou equação estequiométrica).<sup>6</sup>

A estequiometria das substâncias serve para auxiliar a estabelecer a proporção existente entre os elementos que compõem essas substâncias, determinar a fórmula empírica, a fórmula percentual e a fórmula molecular. Além disso, permite o cálculo de massas moleculares e suas relações com a quantidade de matéria, o mol.<sup>6</sup>

Russel<sup>6</sup> define que “a composição estequiométrica, também chamada de fórmula estequiométrica, é o estudo da relação entre a fórmula de um composto e a proporção de seus elementos constituintes”.

A Lei das Proporções Múltiplas, ou Lei de Dalton, define que elementos químicos se combinam, fazem-no numa razão de pequenos números inteiros.<sup>6</sup>

Tomando como exemplo a molécula de água, representada pela fórmula molecular H<sub>2</sub>O, podemos determinar que a relação existente entre os elementos que a constituem é 2:1, ou seja, 2 átomos de hidrogênio para 1 átomo de oxigênio. Essa proporção é fixa e constante para esta substância.

Mas as relações estequiométricas não são estabelecidas apenas entre os elementos que compõem uma substância. Estas relações são estendidas também para as transformações químicas.

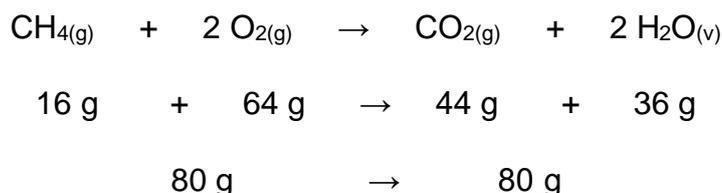
As transformações químicas são representadas através das reações ou equações químicas, as quais especificam as substâncias envolvidas (reagentes e produtos) e as quantidades relativas dessas substâncias.<sup>6</sup>

Ao reagir, as substâncias apresentam proporções definidas e múltiplas, as quais permitem a transformação de reagentes em produtos. O cálculo estequiométrico de uma reação é baseado na Lei da Conservação de Massas e na Lei das Proporções Definidas, as quais nos permitem estabelecer as relações

quantitativas existentes entre as substâncias envolvidas, determinar pureza de reagentes, rendimento de reações, entre outras relações métricas.<sup>6</sup>

A Lei de Conservação de Massas, também conhecida como Lei de Lavoisier, define que “num sistema fechado, a massa total dos reagentes é igual à massa total dos produtos”, conforme Usberco e Salvador.<sup>7</sup>

Por exemplo, a reação de combustão do metano:



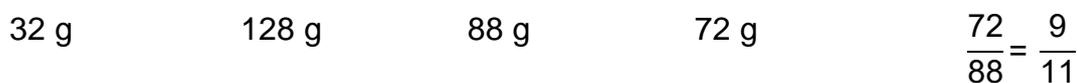
As reações obedecem à Lei de Conservação de Massas, permitindo que cálculos estequiométricos sejam efetuados.

A Lei das Proporções Definidas, ou Lei de Proust, define que “a proporção em massa das substâncias que reagem e que são produzidas numa reação é fixa, constante e invariável”, conforme Fonseca.<sup>8</sup>

Tomando como exemplo a reação acima, se estabelecermos as proporções entre as massas, veremos que a reação também obedece a Lei das Proporções Definidas:



Multiplicando as massas iniciais de reagentes por 2, temos:



Dividindo as massas iniciais de reagentes por 2, temos:



Quando nos deparamos com um problema estequiométrico, é necessário que o balanceamento da equação química seja observado, é a partir dos coeficientes estequiométricos que as demais relações são estabelecidas.

Para resolução de um problema estequiométrico, o primeiro passo, portanto, é balancear a equação química. A partir disso, estabelecer as relações proporcionais através de Regra de Três.

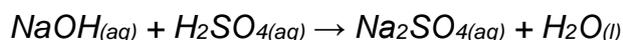
A primeira linha estabelece a relação dos coeficientes estequiométricos para as substâncias envolvidas no problema. A segunda linha estabelece as relações entre as grandezas necessárias e/ou definidas no problema, como massa ou volume. Para isso, é necessário converter as relações em mol, estabelecidas na primeira linha do cálculo, para as grandezas através da massa molar, para o caso de relações em massa, ou volume molar, para o caso de relações em volume.

Sobre as relações em volume, é importante ressaltar que o valor numérico estabelecido do volume molar na CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão), 22,4 L/mol, é muito utilizado, porém é sempre importante enfatizar que as condições de execução da reação devem ser observadas. Se não estiver na CNTP, o volume molar deve ser calculado através da Equação Geral dos Gases ( $PV = nRT$ ).

Na terceira linha da Regra de Três, são inseridas as informações do problema estequiométrico, e a partir desse ponto se desenvolvem as operações matemáticas para o cálculo da incógnita.

Para compreensão do descrito, vejamos o exemplo de problema que segue:

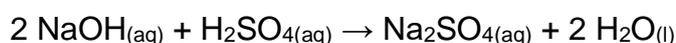
*Considere a equação de neutralização entre o hidróxido de sódio e o ácido sulfúrico:*



*Considere a utilização de 160 g de NaOH, quantos mols de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> serão obtidos?*

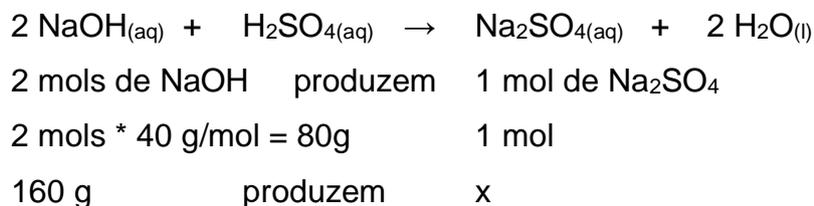
- a) 1,4 mols      b) 1,8 mols      c) 2,5 mols      d) 2,0 mols

Para a resolução deste problema, o primeiro passo é realizar o balanceamento da equação.



Posteriormente, definir as substâncias envolvidas e, logo após, a montagem da Regra de Três.

Observar que a grandeza estabelecida para a substância NaOH é em massa, fazendo-se necessário o cálculo da massa molar,  $M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g/mol}$ .



Após efetuadas as operações matemáticas, chegamos ao valor de  $x = 2,0$  mols (alternativa d).

O cálculo estequiométrico não nos fornece uma fórmula única de cálculo, é necessário que o raciocínio lógico seja desenvolvido e aplicado a cada problema, porém os passos sugeridos auxiliam na resolução de problemas.

Em adição aos conceitos já citados, é importante também observar definições como pureza de reagentes. Quando uma amostra de reagente não puro é colocada para reagir, somente a parte pura efetivamente participará da reação e se transformará em produto. Logo, é necessário que haja um cálculo prévio para determinar o quanto da amostra realmente irá reagir.

A pureza do reagente é definida como a quantidade da substância de interesse que será convertida em produto. A parte impura poderá se converter em subprodutos ou não reagir.

O rendimento de reação também é calculado através da estequiometria. Reagentes não são necessariamente convertidos totalmente em produtos, quando isso ocorre, as reações apresentam rendimento inferior a 100%, sendo necessário determinar o rendimento real através do cálculo percentual entre o real obtido de produtos e o teórico calculado.<sup>8</sup>

Outros conceitos importantes são quanto a reagente limitante e reagente em excesso. As reações ocorrem em proporções estequiométricas definidas. Numa reação entre dois componentes, quando se utiliza menor quantidade de um reagente do que a proporção estabelece como necessário, a quantidade de produto obtido estará limitada proporcionalmente a este reagente, que é dito limitante. O outro

reagente será definido como reagente em excesso, por estar em quantidade maior que a necessária para a formação do produto. A reação estará encerrada quando todo o reagente limitante for convertido a produto. Ao final, além do produto obtido, ainda restará o excesso que não reagiu do reagente que estava em excesso no início da reação.<sup>7</sup> É importante observar que aqui estamos desconsiderando reações que não são completas devido a atingirem um equilíbrio químico antes de se completarem.

Definidos os conceitos que embasam o cálculo estequiométrico, e aqueles resultantes dele, observamos que não há fórmulas prontas para serem aplicadas aos problemas, é necessário, portanto, que cada problema seja analisado e que seja estabelecida a lógica para sua resolução. É importante também conhecer os conceitos envolvidos para que sejam reconhecidos os casos em que se fazem necessários cálculos adicionais e que as interpretações dos resultados sejam corretas e significativas.

### **3.3 Obstáculos e Estratégias para o Ensino de Estequiometria**

A educação em Ciências enfrenta diversos obstáculos dentro da escola. Muitas vezes tida como uma área de difícil compreensão, é utilizada como uma espécie de ameaça aos alunos que progridem em seus estudos. É comum reconhecermos falas como: “quando chegarem em Ciências aí sim vocês verão como é difícil”; “se vocês não entendem História, acham que vão conseguir entender Química?”

Na tentativa de atrair a atenção dos alunos para suas disciplinas e conteúdos, professores acabam projetando na área de Ciências e, na disciplina de Química, o símbolo da dificuldade e da incompreensão.

Neste cenário, não seria estranho encontrar alunos com preconceitos em relação à área, à disciplina e a todo o seu conteúdo. Quando recebemos os alunos nas séries finais do Ensino Fundamental e em todas as séries do Ensino Médio, a maioria já apresenta resistência à aprendizagem, já creem que não são capazes de

aprender e compreender o mundo que lhes será apresentado. Esta é só uma das barreiras a serem transpostas no caminho do ensino de Ciências e de Química.

Uma vez inseridos no contexto da disciplina de Química e já em contato com os conceitos que são trabalhados ao longo dos currículos escolares, os alunos vão apresentar maior ou menor dificuldade em relação aos mesmos. De forma geral, quando Matemática e Química se misturam, as dificuldades dos alunos parecem ficar um pouco mais evidentes.

Conteúdos e conceitos parecem desconectados da realidade do aluno. É difícil fazer a relação entre o que se aprende em sala de aula em diferentes disciplinas e a prática diária dos alunos nas diferentes realidades em que estão inseridos.

No anseio de amenizar estas dificuldades, muitos professores buscam as mais diversas estratégias didáticas para trabalhar os conceitos de maneira que se tornem mais compreensíveis e mais fáceis aos alunos. Contextualizar, integrar, simplificar, usar de experimentos, entre outros, são ferramentas utilizadas em busca da promoção de uma aprendizagem mais significativa e menos dolorosa aos alunos.

Dentro da disciplina de Química, um tópico em especial chama a atenção de professores e alunos: Estequiometria. De longe, parece ser o conteúdo mais difícil do currículo, pois é aquele em que os alunos apresentam maior dificuldade. Talvez porque o nome soe assustador, ou talvez porque envolva a Matemática, muitas características fazem com que este conteúdo seja temido por alunos, e até por professores. Esta percepção é reforçada quando verificamos referências sobre o tema.

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 ou penoso.<sup>9</sup>

Fundamentada na Lei da Conservação de Massas, na Lei das Proporções Definidas e na Lei das Proporções Múltiplas, a Estequiometria requer conceitos químicos e matemáticos para sua compreensão. Muitas vezes, os aspectos matemáticos acabam prevalecendo durante as aulas, sendo mais enfatizada a resolução de cálculos do que a compreensão dos conceitos.<sup>10</sup>

É importante no trabalho de qualquer conteúdo, porém prioritariamente naqueles em que outros conceitos são envolvidos, como os matemáticos, que se enfatize a compreensão dos conceitos e teorias que embasam aquele conteúdo. É notório que no trabalho em Estequiometria muito tempo é dedicado a ensinar e aprender a fazer os cálculos, e pouco tempo se dedica à compreensão dos conceitos que a norteiam.<sup>10</sup>

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.<sup>11</sup>

Com o currículo escolar limitado, com alta densidade de conteúdos a serem trabalhados em pouco tempo, somadas às obrigações avaliativas e atividades escolares diferenciadas que constam no calendário escolar, é pouco provável que professores consigam trabalhar conceitos e aplicações adequadamente, considerando as dificuldades prévias que os alunos trazem dos anos anteriores.

Para que os conceitos e significados químicos de um cálculo estequiométrico possam ser realmente trabalhados em sala de aula, a interpretação dos problemas e os aspectos matemáticos deveriam ser pré-requisitos da disciplina. Assim, o tempo dedicado hoje ao ensino de como calcular, seria destinado ao que significa esse cálculo.

Em Matemática é dada ênfase ao cálculo, à operação e aos passos do cálculo e não a sua aplicabilidade. É característico e é o objetivo dessa disciplina. Em Química esses números vão ganhar significado real. Infelizmente, o professor de Química acaba incorporando as funções e objetivos da Matemática em suas aulas para poder avançar, sem dar atenção ao que realmente deveria ser trabalhado, o significado destes números.

Nos cursos de Matemática, integrar o significado físico ao pensamento proporcional não é o foco (sim, Álgebra, estamos falando de você!). O foco é ensinar os passos do cálculo, fórmula, algoritmos. [...] Se os professores de Química ignorarem esse aspecto crucial do conhecimento prévio dos alunos, alguns alunos estarão destinados a lutar com a Estequiometria.<sup>10</sup>

O pensamento abstrato exigido para a compreensão e a operação com a proporcionalidade envolvida em Estequiometria é difícil para a maioria dos alunos. Esse pensamento, no entanto, vem sendo desenvolvido ao longo do currículo

escolar e não é restrito e exclusivo à disciplina de Química. Muito antes do aluno ter conhecimento químico ele já trabalha com abstrações e proporcionalidade em outras disciplinas.

Agora, o pensamento proporcional é difícil para os adolescentes em geral. Isso requer mais pensamento abstrato do que eles normalmente desenvolveram quando encontraram a Química. No entanto, independentemente de os alunos possuírem ou não a capacidade cognitiva para o pensamento proporcional, muitas vezes as sementes do pensamento em torno de razões e proporções são plantadas em cursos de Matemática antes mesmo de os professores de Química se encontrarem com seus alunos.<sup>10</sup>

Considerando que os alunos deveriam ter domínio sobre as operações e conceitos matemáticos para que então os estudos em Estequiometria avancem satisfatoriamente e, considerando a realidade escolar da maioria das salas de aula, onde muitos alunos chegam ao Ensino Médio com dificuldades básicas em operações matemáticas simples, é necessário que o professor de Química desenvolva estratégias didáticas para avançar na disciplina sem retroceder aos anos iniciais da Educação Básica.

Muitas estratégias didáticas têm sido desenvolvidas, aplicadas e testadas para que bons resultados sejam conquistados por professores e alunos. Em comum, essas estratégias apresentam a tentativa de se transpor a barreira existente quanto ao pensamento matemático e então, o tempo da aula de Química seja destinado à compreensão dos conceitos estequiométricos propriamente ditos.

O estudo e a interpretação dos conceitos relacionados à Estequiometria e suas bases se faz necessário para a aplicação em situações cotidianas quando do trabalho com processos industriais e/ou laboratoriais que empregam estes conceitos em suas rotinas diariamente para prever resultados e rendimentos de processos.

Como exemplos de estratégias didáticas já desenvolvidas, pode-se citar as muitas práticas laboratoriais que são empregadas para se determinar a estequiometria de reações através das relações estabelecidas entre reagentes e produtos determinados em laboratório, como citam os artigos: *A Quick and Dirty Stoichiometry Lab... Differentiation and Inquiry?*<sup>12</sup> (*Um Laboratório Rápido de Estequiometria: Diferenciação e Investigação?*); *Mass of a Reaction Product*<sup>13</sup> (*Massa de um Produto de Reação*), e *Put a Spark in Your Stoichiometry Lesson!*<sup>14</sup> (*Coloque uma Faísca em sua Lição de Estequiometria!*). Além destes, outros artigos

e referências sobre como ensinar Estequiometria a partir da execução de reações químicas em laboratório são encontrados em diversos sites.

Outra estratégia didática é a criação de um algoritmo para a resolução de problemas estequiométricos. Assim o pensamento e o raciocínio do aluno são organizados e estruturados, o que é muito necessário para a execução dos cálculos. Com o uso de um algoritmo para resolução dos problemas, o aluno não precisa decorar a resolução, o que possibilita que ele se dedique a entender os conceitos envolvidos.<sup>15</sup>

O propósito de um algoritmo é reduzir a carga na memória operacional e economizar tempo. Enfatizar os conceitos e não as operações. Entender que os coeficientes são de partículas e não apenas números ali.<sup>15</sup>

Em LICATA<sup>9</sup> o autor relata que a abordagem algorítmica se sobressaiu à abordagem investigativa, pois os alunos demonstraram melhores resultados. Houve benefícios na aprendizagem como: aprenderam a seguir instruções, aprenderam a organizar o trabalho, identificar medidas, identificar e compreender a incógnita e dividir um problema em subproblemas. Neste mesmo artigo o autor apresenta uma música elaborada pelos alunos para o algoritmo de resolução de problemas estequiométricos como uma estratégia alternativa ao ensino de estequiometria.

Uma estratégia que também existe é o uso de atividades de instrução guiadas com auxílio de planilhas e quadros que ajudam o aluno a organizar o trabalho e, conseqüentemente, suas ideias, o que facilita a compreensão do que está sendo trabalhado.<sup>16</sup>

Essas planilhas enfatizam uma abordagem algorítmica que ajuda os alunos a aprender a pensar sobre o propósito de uma pergunta, organizar seu trabalho, configurá-lo de modo que seja facilmente legível e possa ser seguido por outros, e fazer bom uso da análise dimensional. Bons hábitos e organização são enfatizados pela introdução de um quadro no qual os alunos registram seus trabalhos nas duas primeiras atividades de instrução guiadas (GIAs).<sup>16</sup>

Criar uma organização para o aluno estruturar suas ideias acerca do raciocínio que a Estequiometria exige, o ajuda a facilitar a resolução do problema e, conseqüentemente, o professor tem mais tempo em sala de aula para explorar os conceitos químicos presentes neste conteúdo, desempenhando assim o objetivo da disciplina de Química, em detrimento de dispender tempo de aula sanando deficiências trazidas da Educação Básica.

### 3.4 O Uso de Mídias Digitais

Para escolas onde a execução de práticas laboratoriais inexistem ou demandam muitos recursos que não estão disponíveis, os professores estão limitados, muitas vezes, ao trabalho teórico dos conteúdos.

Para atender a esta demanda, novas estratégias didáticas precisam ser pensadas e desenvolvidas. Estratégias essas que envolvam o aluno de tal maneira que se torne mais fácil e menos pesado a ele a ação de aprender.

O desafio do professor é muito grande: transpor os obstáculos inerentes do conteúdo e ainda superar as dificuldades prévias dos alunos não é uma tarefa simples em tempos em que a escola ainda vive com recursos e estruturas de séculos passados e atende uma população conectada em pleno século XXI.

A integração entre escola e mídias digitais tenta minimizar este abismo existente entre o mundo escolar e o mundo externo.

Atentar para a realidade que cerca a escola é um dos primeiros passos para ficar em sintonia com a realidade e com os próprios alunos, que sofrem a todo momento interferências do mundo fora da escola. Trazer para a escola o que está em seu entorno pode ser uma das maneiras de aproximar essas duas realidades díspares, a de fora da escola e a da própria escola. Um exemplo disso é a incorporação das mídias no contexto escolar, o que tem sido observado tanto no uso da própria mídia em sala de aula como recurso pedagógico quanto por meio de discussões sobre as mídias e suas influências na sociedade.<sup>17</sup>

Somente o uso de mídias, por si só em sala de aula, não basta para que os alunos tenham melhor aprendizagem. Quando se fala em aproximar as duas realidades existentes na escola, a interna e a externa, não se quer dizer apenas pegar a mídia que existe lá fora e trazer para dentro da escola sem um propósito, um objetivo definido. A aplicação de mídias só é relevante se planejada, estruturada e aliada a demais estratégias que permitam melhor desenvolvimento dos alunos no tempo em que passam dentro da escola.

Ao utilizar as tecnologias, seja para iniciar, seja sintetizar um trabalho, o professor deve estar atento para incitar discussões em sala de aula, estimulando o interesse pelo tema abordado e gerando também a vontade de pesquisa nos alunos. É importante que o

professor assuma a função de mediador, e não apenas de transmissor de conhecimento.<sup>17</sup>

Em tempos de rápido avanço tecnológico, é comum vermos professores substituindo suas aulas por videoaulas, o que representa, para quem observa, que a figura do professor em sala de aula pode ser facilmente substituída por qualquer pessoa que saiba reproduzir os vídeos. E o papel de instigar o aluno, de questionar as teorias, os conceitos, de estimular a reflexão no aluno, onde foi parar? Esse papel é desempenhado, ou deveria ser, pelo professor.<sup>18</sup>

É importante enfatizar que o uso de tecnologias digitais não substitui ou anula o papel do professor, pelo contrário, isto é um recurso que pode auxiliar o professor em suas aulas e permitir que o aluno possa compreender mais facilmente os conceitos e conteúdos trabalhados.

[...] Em relação ao ensino de ciências, por exemplo, os computadores auxiliariam a criar ou ampliar a motivação dos alunos, eles possibilitariam uma melhoria do desempenho na resolução de problemas, eles propiciariam o desenvolvimento de melhores habilidades cognitivas, eles oportunizariam a mobilização e a produção de diferentes tipos de representação para os fenômenos científicos.<sup>19</sup>

Considerando que a Estequiometria, conforme já ressaltado anteriormente, se utiliza de muitos pensamentos abstratos para sua compreensão e resolução de problemas, se pode afirmar que o uso de mídias e recursos digitais pode auxiliar na modelagem e simulação desses pensamentos, assim, o entendimento e a compreensão dos conceitos norteadores se tornam mais acessíveis.

[...] Segundo os professores, o desempenho dos estudantes em diversos temas e nas habilidades consideradas básicas (cálculo, leitura e escrita) melhora com o uso das TIC's (tecnologias de informação e comunicação). Além disso, essas tecnologias possuem fortes efeitos motivacionais e resultados nos comportamentos dos alunos, incentivando os trabalhos em grupo e a colaboração entre os estudantes.<sup>19</sup>

Atualmente as escolas estão dotadas de acesso à internet, algumas ainda, com conexão WiFi, disponibilizam laboratórios de informática e armários digitais recheados de *netbooks* com diversos aplicativos para uso em sala de aula. Os alunos, em sua maioria, portam dispositivos como *smartphones* e *notebooks*, muitas vezes mais modernos que os disponibilizados pela escola.

Embora haja ainda restrição na legislação estadual, que proíbe o uso desses equipamentos na escola, não se pode negar que o uso planejado e estruturado é um aliado do professor em sala de aula. Cabe ao professor integrar esses recursos à aula, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais rico e fácil.<sup>18</sup>

Além disso, a disponibilização de recursos educacionais em suporte digital, principalmente nos dispositivos móveis, possibilita que os alunos possam ampliar seu horário de estudo. Ou seja, além do uso direcionado e instruído dentro da sala de aula, há a possibilidade de o aluno acessar e utilizar estes recursos a qualquer momento e lugar.

Despertar o interesse dos alunos por um conteúdo ou tema de aprendizagem é necessário para o sucesso do processo. Integrar isso com recursos que estimulem o aluno a aprender e que estejam relacionados à sua realidade, tende a tornar o processo mais estimulante. Nesse sentido, o uso de mídias e recursos digitais é fundamental para modificarmos as atuais estruturas escolares e, conseqüentemente, os processos de ensino-aprendizagem.

### **3.5 Mapas Conceituais**

No âmbito do papel do professor como mediador do conhecimento, é interessante que o aluno seja estimulado a ordenar as ideias aprendidas, de maneira que se crie uma estrutura do pensar do aluno sobre o tema que é abordado em sala de aula. A criação dessa ordenação é útil para consulta do aluno, reflexão sobre as interconexões existentes entre suas ideias e, num objetivo maior, a compreensão do conteúdo em estudo.

Muitas vezes a utilização de recursos gráficos apresenta melhores resultados que a elaboração de resumos e textos sobre assuntos tão abstratos como os trabalhados em Química. Estes recursos, sejam, esquemas, diagramas, imagens, entre outros, proporcionam uma visão mais clara sobre os conceitos envolvidos e suas conexões, permitindo ao aluno que estabeleça as suas próprias interconexões com o conteúdo. Uma das expressões dessas representações gráficas são os

mapas conceituais. A utilização de mapas conceituais tem sido cada vez mais frequente.<sup>20</sup>

A elaboração de mapas facilita a ordenação dos conceitos, possibilita estabelecer interrelações entre eles, ordena as ideias e os pensamentos, faz com que o aluno reflita sobre suas definições e insira as suas observações.<sup>21</sup>

O mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Ele pode ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados.<sup>20</sup>

A visualização gráfica tem se mostrado um facilitador no processo de aprendizagem, a construção destas estruturas possibilita que o aluno reflita sobre o que aprendeu, estruture logicamente seus pensamentos e promova maior rapidez e facilidade de consulta futura sobre o tema.

Fundamentados na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, os mapas conceituais são considerados instrumental importante para organizar e representar o conhecimento [...], pois evidenciam – por meio de proposições ou enunciações elucidativas – as conexões estabelecidas entre ideias-chave [...].<sup>22</sup>

Este recurso pode ser aplicado à Estequiometria para se criar uma teia de conceitos e também apresentar, de forma clara e objetiva, um algoritmo que venha a auxiliar e facilitar o processo de resolução de problemas.

A visualização gráfica dos conceitos norteadores auxilia o aluno na compreensão das relações que podem ser estabelecidas entre os mesmos.<sup>21</sup> Ainda possibilita a identificação de conceitos prévios necessários para o avanço entre os passos necessários para a resolução de problemas estequiométricos.

### **3.6 Jogos no Ensino de Química**

O uso do lúdico na aprendizagem é um recurso bem explorado em diversas disciplinas, e tem se mostrado muito promissor quanto aos resultados obtidos. É uma estratégia que possibilita ao aluno e ao professor um ambiente mais descontraído e ajuda a minimizar o peso que recai sobre as aulas de Química já rotuladas como difíceis.

Brincar é intrínseco do ser humano, é gostoso e acolhedor, não existe uma obrigação na brincadeira, aprender não é obrigação do lúdico, mas há sim aprendizagem neste tipo de atividade, segundo Fortuna<sup>23</sup>: “Quem brinca não brinca pelo resultado, mas brinca porque quer estar no jogo”.

Na sala de aula de Química vemos muitas estratégias lúdicas presentes, em predominância os jogos. Os jogos instigam a participação dos alunos, a competição e o desafio são motivadores.

A intensidade do poder do jogo é tão grande que a fascinação que ele exerce sobre as pessoas é imensurável. Com isso, acreditamos que a utilização de jogos na educação vem ao encontro de uma opção diferenciada, capaz de atuar como reforço de conteúdos, que por sua vez, podem ser avaliados ou não pelo professor e, também, como um instrumento interessante e motivador no ensino-aprendizagem.<sup>24</sup>

O jogo passou a ser utilizado de forma intencional nas salas de aula a partir do momento em que ele contribui para o aprimoramento do ser humano.

Se em Huizinga o jogo é uma atividade livre, com uma finalidade apenas em si mesma, portanto sem objetivos a não ser a própria diversão, Caillois vê no jogo algo muito mais amplo. Além de elaborar a primeira classificação dos jogos a partir de quatro elementos inter-relacionados (oposição, sorte, imitação e vertigem), que vão de um extremo de liberdade (Paidéia, o brincar) a um extremo de regras (Ludus, o jogo), o sociólogo vê no jogo uma série de aplicações, através das quais o homem não jogaria apenas para se divertir, mas também para se aprimorar, e, assim, o jogo ganharia uma certa utilidade, como uma espécie de ferramenta que ajudasse na evolução do ser humano, não fazendo mais sentido a visão do jogo “puramente em si”. Nesse sentido, vislumbram-se as primeiras insinuações de que os jogos poderiam ter inclusive possibilidades educacionais.<sup>25</sup>

A maioria dos jogos que estão disponíveis para o ensino de Química versam sobre Tabela Periódica e Funções Orgânicas. Para Estequiometria, são raríssimas as referências sobre jogos neste tema. Em pesquisa na loja *Google Play*, encontrou-se seis aplicativos sobre estequiometria que versam sobre os temas listados no quadro a seguir.

**Quadro 1.** Jogos sobre Estequiometria disponíveis em loja de aplicativos

Jogo	Tema	Idioma
LDMD Química: Aprendendo Estequiometria e Equilíbrio	Balanceamento, estequiometria e equilíbrio	Português
Equação Balanceada – Balanço Químico Equação	Balanceamento e estequiometria	Inglês
Molar Mass Calculator	Massa molar	Inglês
Balanceador	Balanceamento	Português
Chemistry Calculator	Massa molar, concentração e estequiometria	Inglês
Stoichiometry	Estequiometria	Inglês

O primeiro aplicativo apresentado no Quadro 1, LDMD Química: Aprendendo Estequiometria e Equilíbrio, é um aplicativo gratuito apresentado em Português. Trata-se de um aplicativo de conteúdo, que traz conceitos e exemplos sobre o tema, mas não apresenta nenhuma atividade do tipo jogo. O aplicativo pode ser acessado através [do link https://play.google.com/store/apps/details?id=air.AprendendoQuimica&hl=pt-BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=air.AprendendoQuimica&hl=pt-BR).

O aplicativo Equação Balanceada – Balanço Químico Equação, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kharblabs.balancer.equationbalancer&hl=pt-BR>, é um aplicativo gratuito, em Inglês, e que permite que seja inserida uma equação química no campo destinado e a mesma é balanceada através do comando seguinte. Também permite o cálculo das massas molares envolvidas, inserir quantidades de mols ou massa e então o aplicativo retorna com os valores calculados estequiometricamente para as demais substâncias envolvidas. O arquivo

do cálculo pode ser exportado para um arquivo do tipo Excel. Este aplicativo não se trata de um jogo, mas sim de uma ferramenta para cálculo das relações estequiométricas para a reação inserida e/ou selecionada.

Mola Mass Calculator, encontrado no link seguinte da loja Google Play: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.almunt.molarmasscalculator&hl=pt-BR>, permite que a fórmula da substância seja inserida e a sua massa molar é calculada pelo comando dado ao aplicativo. Não permite cálculo de relações estequiométricas, apenas cálculo de massas molares. É um aplicativo gratuito, porém apresentado em inglês, o que pode se tornar uma barreira aos alunos.

O aplicativo seguinte apresentado no Quadro 1 é o Balanceador, <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.michel.balaceamento&hl=pt-BR>, gratuito e em Português, este aplicativo permite que uma equação química seja escrita no campo destinado e, após comando, o balanceamento é realizado e retornado ao usuário na tela do aplicativo. Não há interação do tipo jogo neste aplicativo, é uma ferramenta para execução de balanceamento de equação química.

O Chemistry Calculator é um aplicativo gratuito, em inglês, que permite que, através da inserção da fórmula molecular, seja calculada a massa molar, o percentual em mols, solubilidade e fornece informações sobre a substância e elementos. Não permite a execução de problemas estequiométricos e não apresenta possibilidade de jogo, apenas de cálculo. O Chemistry Calculator pode ser acessado pelo link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.map.michael.chemistry&hl=pt-BR>.

E o último aplicativo apresentado no Quadro 1 é o Stoichiometry, é um aplicativo gratuito, em inglês, e que também não apresenta um jogo, mas sim o conteúdo de estequiometria, exemplos e problemas para resolução.

Como visto, os aplicativos gratuitos disponíveis sobre o tema Estequiometria, além de serem poucos, quando comparados a outros temas como Tabela Periódica por exemplo, podem apresentar características que tornam-se barreiras ao uso pelos alunos, como o idioma. Também não apresentam formas de interação lúdica, não são jogos, são aplicativos que apresentam o conteúdo em plataforma digital e, no máximo, constituem-se como uma ferramenta de cálculo, não explorando o saber do aluno, apenas automatiza o processo e não permite que o aluno aplique seus

conhecimentos, pois tudo que ele precisa fazer é inserir os dados no aplicativo e este retorna as respostas, sem exigir que seus conhecimentos sejam aplicados para resolução de problemas.

## 4. Metodologia

### 4.1 Questionário Diagnóstico

Para entender os fatores e causas que contribuem para o insucesso dos alunos quando os conceitos e problemas de estequiometria lhes são apresentados, foi elaborado um questionário com o objetivo de diagnosticar as dificuldades enfrentadas pelos alunos. Este questionário foi elaborado com questões abertas e fechadas, divididas em blocos que contemplassem as possíveis causas dessas dificuldades. Além das questões relativas às dificuldades com o conteúdo de Estequiometria, também se procurou conhecer um pouco da realidade e do contexto dos alunos, bem como o acesso a *smartphones* e internet, com o objetivo de analisar a viabilidade de desenvolvimento de um aplicativo para o jogo de estequiometria. O questionário aplicado aos alunos está apresentado no Apêndice A.

Para aplicação do questionário, foi utilizado o aplicativo *Google Forms*, sendo enviado o link do questionário para os alunos (<https://forms.gle/FUYfK459wtAfBKYC9>). Aqueles que não possuíam acesso a internet em casa e/ou dispositivos como *smartphone* ou computador, puderam utilizar o laboratório de informática da escola.

Tanto os alunos que responderam em casa quanto aqueles que fizeram o uso do laboratório de informática, responderam o questionário individualmente e sem auxílio e/ou influência de professores. A utilização do aplicativo *Google Forms* facilita esta ação de não influência, pois proporciona maior liberdade ao aluno e também contribui para a não identificação do mesmo.

## 4.2 O Jogo

Com a análise dos resultados obtidos da aplicação do questionário diagnóstico, se procedeu à elaboração dos elementos que compõe a estratégia didática que auxilie o professor e os alunos em sala de aula quando do trabalho o conteúdo de Estequiometria.

A estratégia didática elaborada consistiu em um jogo, denominado de EsteQuiz, desenvolvido para equipamentos com plataforma Android.

O EsteQuiz foi elaborado para que o jogador aplique e teste seus conhecimentos, e possa aprender e treinar os conceitos sobre Estequiometria ao longo de todo o jogo. A tela inicial do EsteQuiz está apresentado no Apêndice B.

O EsteQuiz é constituído de cinco etapas, as quais se complementam e aprofundam os conceitos, o grau de dificuldade ao longo do jogo também vai aumentando. A etapa 1 do jogo aborda problemas envolvendo conceitos e relações de mol. A etapa 2 exige conceitos e relações entre mol e massa. Na etapa 3 as relações estequiométricas são entre massas. A etapa 4, conceitos de rendimento e pureza são abordados. E a etapa 5, chamada de Desafio Final, aborda conceitos e relações de reagente limitante e reagente em excesso. A tela da Etapa 1 é apresentado no Apêndice C.

Durante todo o jogo, o jogador tem acesso a instruções, dicas de conversão de unidades, calculadora com operações básicas, tabela periódica para consulta de massas atômicas, além de dicas de balanceamento e erros mais comuns observados na resolução de problemas estequiométricos.

As telas de Instruções, Calculadora e Tabela Periódica são apresentadas nos Apêndices D, E e F respectivamente. Elas são acessadas através da barra de ferramentas que se localiza na parte inferior da tela, quando o jogador deseja consultar qualquer uma destas telas, basta desloca-la para o centro do dispositivo.

A cada etapa vencida, o jogador conquista uma parcela de um mapa conceitual, onde estão reunidos os principais conceitos estequiométricos e também um passo-a-passo para resolução de problemas, como um algoritmo de resolução,

com objetivo de auxiliar o jogador a organizar suas ideias e seu raciocínio, sanando um dos fatores que dificultam a aprendizagem deste tema.

Na primeira etapa, o jogador recebe a primeira parcela do mapa conceitual, que vai auxiliar nesta etapa do jogo. Esta parcela é apresentada no Apêndice G.

A etapa 1 consiste em quatro reações químicas seguidas de problemas estequiométricos para cada uma delas, envolvendo apenas relações de mol x mol e números inteiros, de maneira a não agregar dificuldades matemáticas, ressaltando somente o estudo da Química. O jogador precisa balancear a equação corretamente para desbloquear o problema. Com a resposta correta, avança para a segunda reação, e em sequência até resolver os quatro problemas. Ao final, conquista a segunda parcela do mapa conceitual, que o auxiliará na segunda etapa do jogo.

No Apêndice H é apresentada a tela de balanceamento da equação química. No Apêndice I, o problema proposto para a equação já balanceada e, no Apêndice J, a segunda parcela do mapa conceitual.

A segunda etapa do jogo segue a mesma lógica, porém os problemas envolvem relações de mol x massa, na qual um dos dados está em mol e o outro é solicitado em massa ou vice-versa, exigindo que o jogador realize as conversões necessárias, além de trabalhar o conceito e cálculo de massa molar. Ao final desta segunda etapa o jogador obtém mais uma parcela do mapa conceitual, a qual é apresentada no Apêndice K.

Ao avançar para a terceira etapa, o jogador se depara com reações e problemas envolvendo relações de massa para todos as substâncias em questão. Aqui também são introduzidos os números decimais para que o jogador trabalhe com estas grandezas. Ao final, a quarta etapa do mapa conceitual é liberada, a qual é apresentada no Apêndice L.

Na quarta etapa do jogo, o jogador encontra reações e problemas envolvendo conceitos de rendimento e pureza, conforme exemplo apresentado no Apêndice M. Também composta por quatro subseções, o jogador é desafiado a resolver os problemas propostos envolvendo conversão de unidades, relações de massa, mol, números decimais entre outros desafios.

Concluída a etapa com sucesso, o jogador conquista a última parte do mapa conceitual, apresentado no Apêndice N, agora ele está completo, e é a chave para a quinta etapa do jogo.

Na quinta e última etapa do EsteQuiz, o jogador chega à fase de teste, o desafio final. Neste ponto ele já possui o mapa conceitual completo sobre Estequiometria. As questões que se apresentam nesta etapa versam sobre reagente em excesso e reagente limitante, além de exigir as transformações de unidades, relações de mol e massa, massa molar, balanceamento, rendimento e pureza.

Nesta etapa o jogador é desafiado a testar os conhecimentos adquiridos ao longo do jogo, a utilizar e testar o mapa conceitual obtido nas etapas anteriores e a aplicar os conceitos relacionados à Estequiometria. Concluída a etapa com sucesso, o jogador finaliza o jogo.

O EsteQuiz foi desenvolvido para abranger questões de Estequiometria envolvendo operações matemáticas com números inteiros, decimais, reações com rendimentos inferiores a 100%, reagentes impuros, reagentes em excesso, reagente limitante, conversão de unidades, além de explorar as relações de proporcionalidade que embasam a Estequiometria. Os problemas foram elaborados para que o jogador possa exercitar principalmente a interpretação de dados, pois este foi o principal fator de dificuldade apresentado na pesquisa realizada.

O mapa conceitual obtido ao final do jogo foi elaborado para apresentar os principais conceitos sobre a Estequiometria e, ao mesmo tempo, criar um passo-a-passo, um algoritmo, para a resolução de problemas estequiométricos.

Todo o design e desenvolvimento do jogo para as plataformas digitais foi realizado pelo NAPEAD/UFRGS.

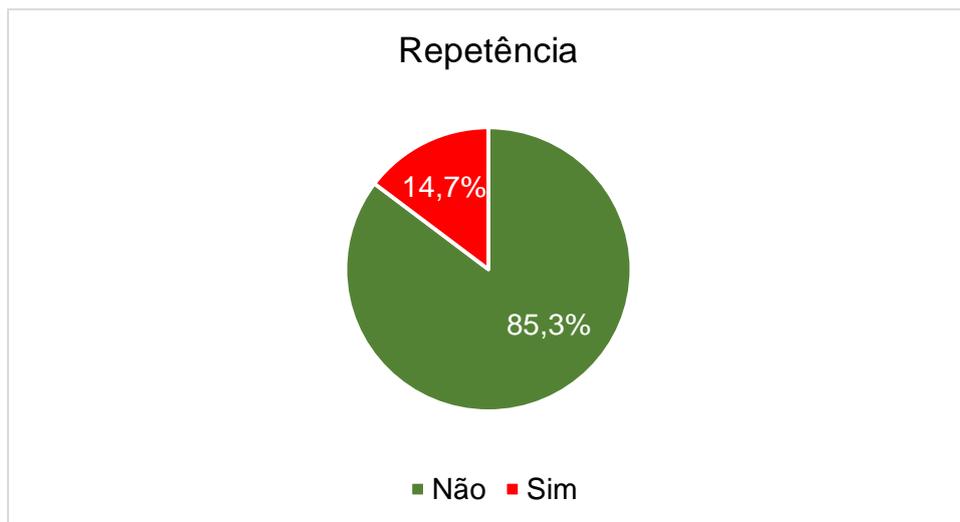
## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1 Questionário Diagnóstico**

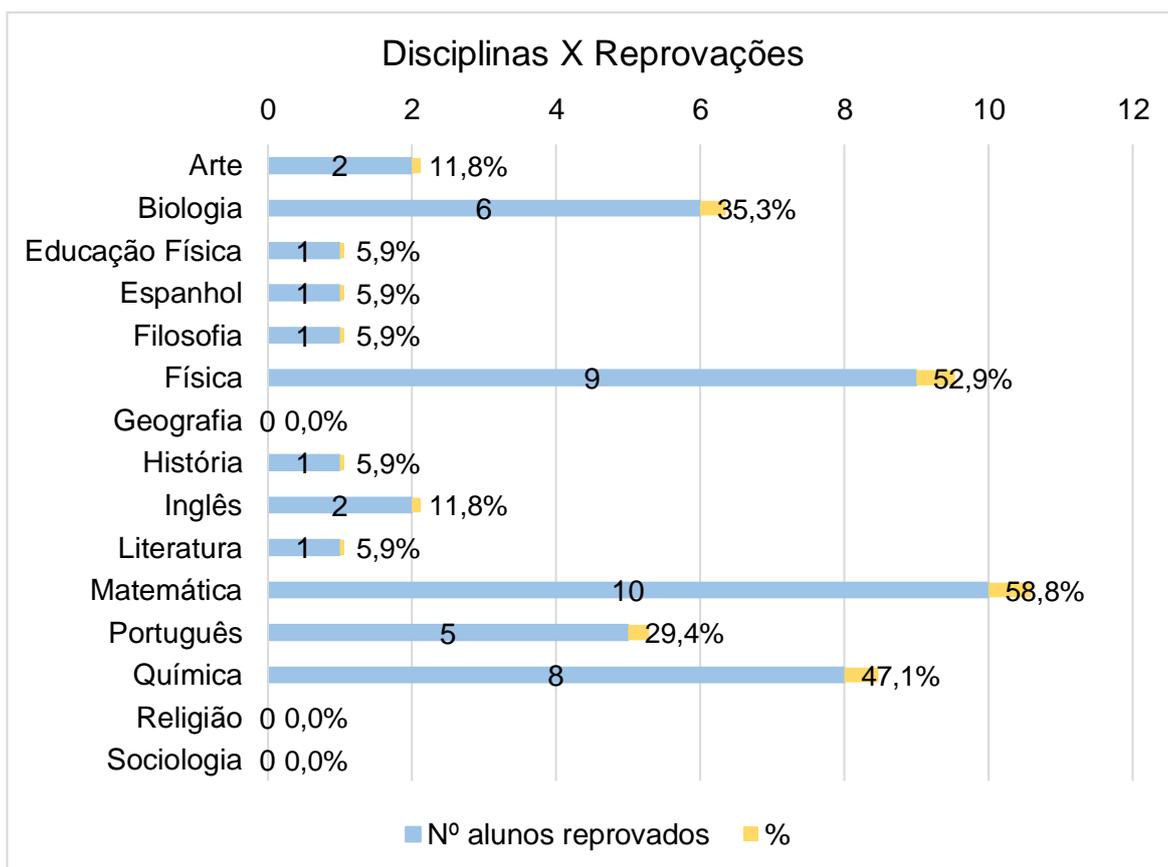
O questionário diagnóstico foi aplicado a alunos dos dois primeiros anos do Ensino Médio de uma escola, localizada em Vacaria no estado do Rio Grande do Sul. Estes alunos já haviam sido submetidos a aulas sobre Estequiometria em seus níveis de ensino, de acordo com os planos de estudos da escola.

A aplicação do questionário aos alunos da escola contou com a autorização prévia dos pais e/ou responsáveis. Na escola em questão, são emitidos termos de autorização de utilização de informações e imagens para todos os alunos matriculados. Tal termo é apresentado aos pais e/ou responsáveis no ato da matrícula para concordância ou não. Quando trabalhos de pesquisa ou produções de imagens são realizados, são selecionados os alunos cujos pais e/ou responsáveis concordaram com o termo e deram seu aceite. O referido termo é de posse da escola e da CRE à qual pertence, ficando arquivado na mesma.

O questionário foi aplicado a 109 alunos (12-18 anos) do Ensino Médio, sendo 47,7% do 1º ano, 52,3% do 2º ano. Destes, 98,2% estudando no turno da manhã e 1,8% à noite. Quanto às reprovações, vemos que 16 alunos (14,7%) são repetentes, com 58,8% deles reprovados em Matemática, 52,9% em Física, 47,1% em Química, 35,3% em Biologia e 29,4% em Português, conforme verificamos nos gráficos representados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.



**Figura 1.** Índice de repetência

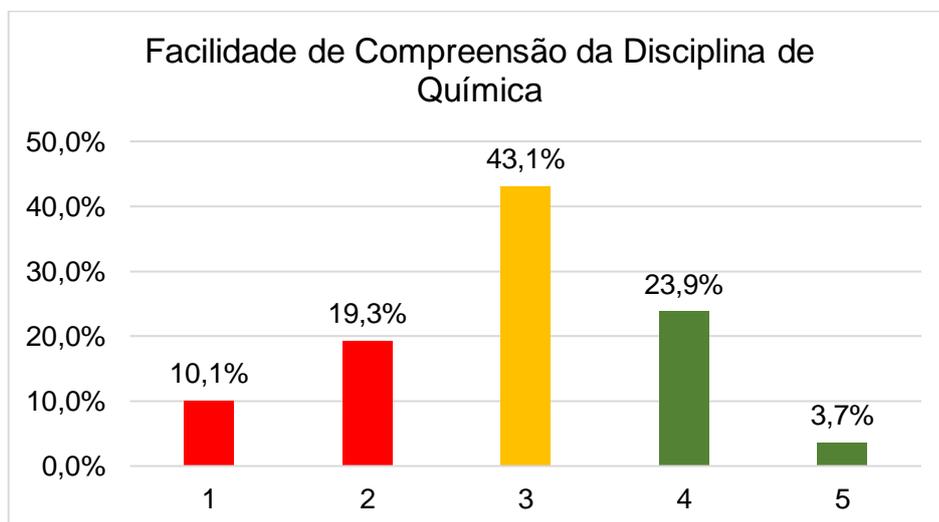


**Figura 2.** Disciplinas em que houve reprovações

Quando questionados sobre o hábito de revisar seus resultados para identificação de eventual resposta sem sentido e comprovação de valores obtidos, 82,6% responderam que revisam seus resultados contra 17,4% que não revisam.

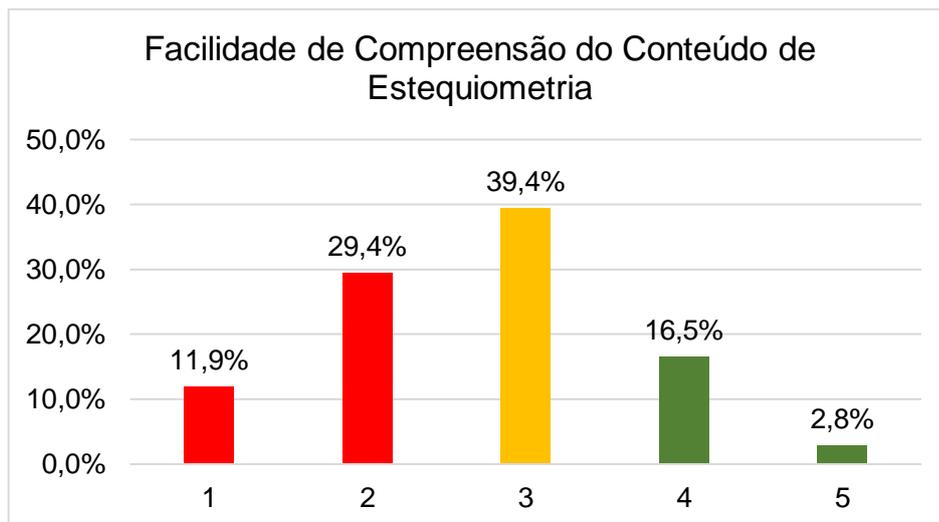
Para as questões seguintes, foi utilizada a Escala de Likert para as respostas, onde: 1 discordo totalmente, 2 discordo parcialmente, 3 indiferente, 4 concordo parcialmente e 5 concordo totalmente.

A disciplina de Química foi classificada como de difícil a média compreensão por 29,4% dos respondentes, 43,1% consideram indiferente e 27,6% consideram de média a fácil compreensão, conforme apresentado na Figura 3.



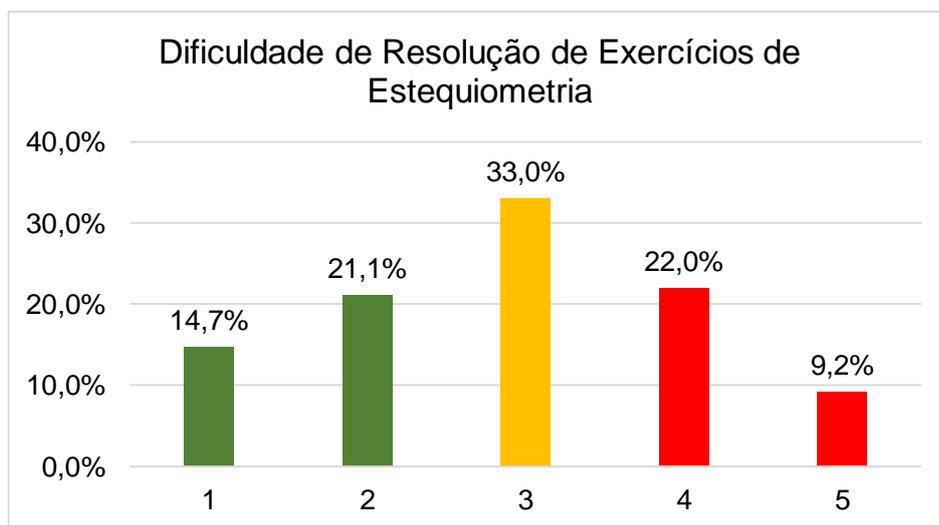
**Figura 3.** Respostas sobre a compreensão na disciplina de Química

Quanto ao conteúdo de Estequiometria, 41,3% também o indicam como conteúdo de difícil a média compreensão, 39,4% são indiferentes e 19,3% consideram de média a fácil compreensão, conforme Figura 4.



**Figura 4.** Respostas sobre a compreensão do conteúdo de Estequiometria

35,8% dos respondentes discordam em ter dificuldades para resolução de exercícios de Estequiometria, enquanto 33,0% são indiferentes e 31,2% reconhecem ter dificuldades para resolver exercícios sobre este tema, conforme Figura 5. Este resultado confirma a percepção de professores em sala de aula.

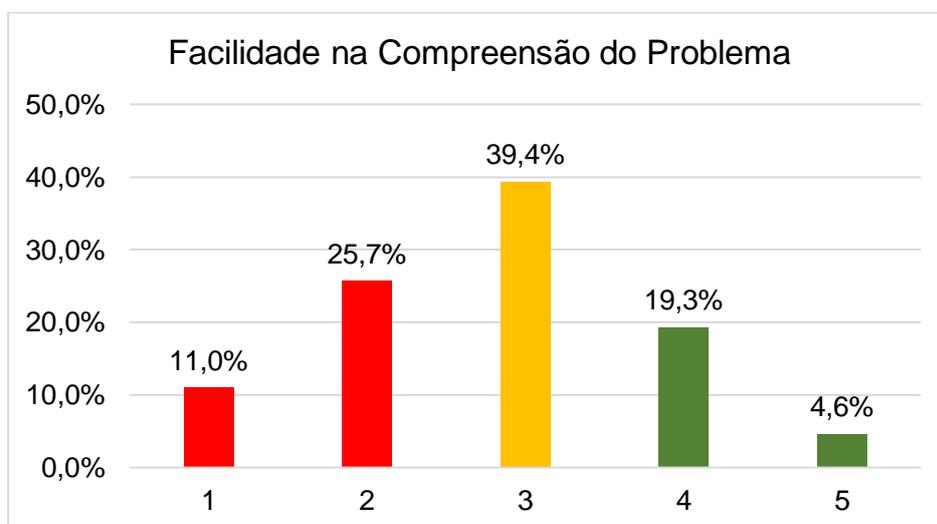


**Figura 5.** Respostas sobre dificuldades com exercícios de Estequiometria

Sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos, as questões foram divididas em aspectos que abrangem leitura e interpretação, unidades de medida, matemática

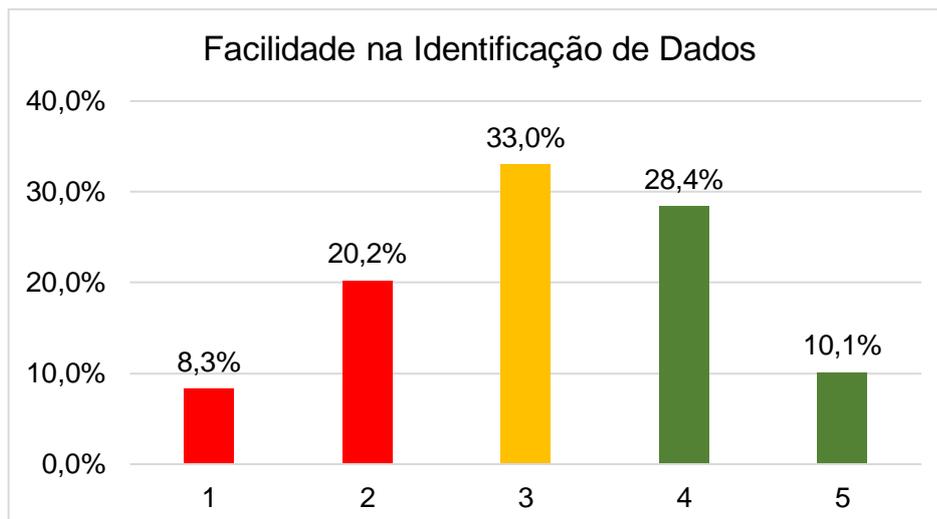
e balanceamento da equação química. Os resultados obtidos estão representados nos gráficos seguintes.

Sobre as dificuldades relativas ao aspecto de leitura e interpretação, 36,7% relatam não compreender facilmente o que o problema proposto está solicitando, 39,4% são indiferentes e 23,9% compreendem facilmente o solicitado no problema, conforme apresentado na Figura 6.



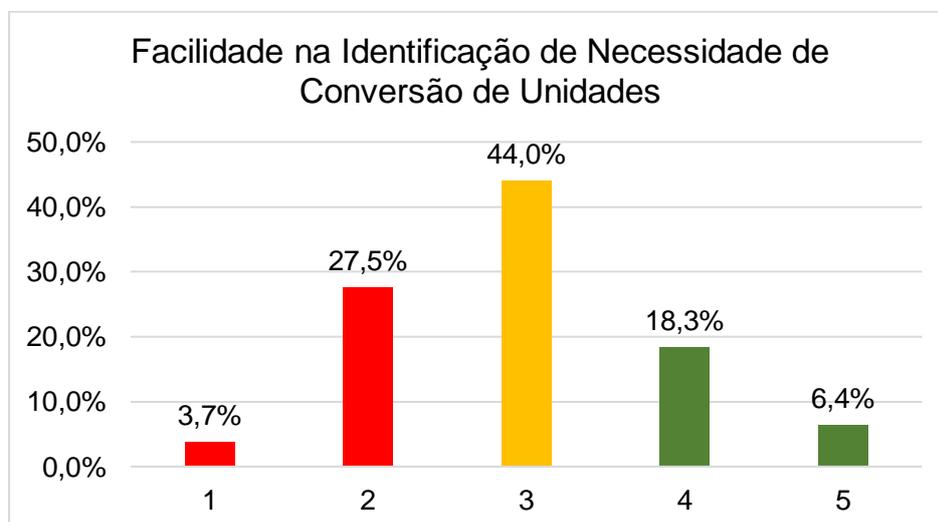
**Figura 6.** Respostas sobre a facilidade de compreensão do problema estequiométrico

Quanto à facilidade na identificação de dados do problema, 28,5% apontam não identificar facilmente os dados a serem utilizados na resolução do problema, 33,0% são indiferentes e 38,5% identificam facilmente os dados, conforme apresentado na Figura 7.



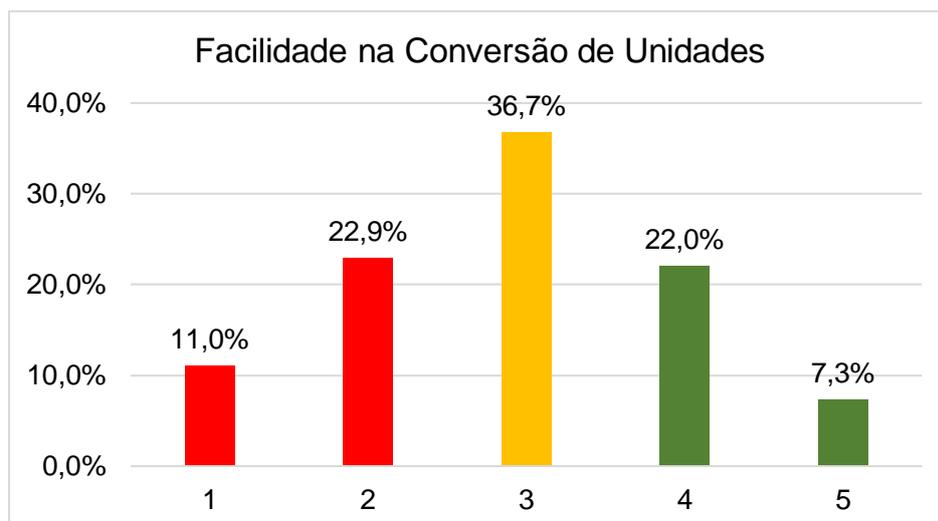
**Figura 7.** Respostas sobre identificação dos dados presentes no problema

Os aspectos relacionados às unidades de medida também aparecem como fator de dificuldades enfrentadas pelos alunos: 31,2% não identificam a necessidade de conversão de unidades de medida facilmente, 44,0% são indiferentes e 24,7% as identificam com facilidade, como verificamos na Figura 8.



**Figura 8.** Respostas sobre conversão de unidades de medida

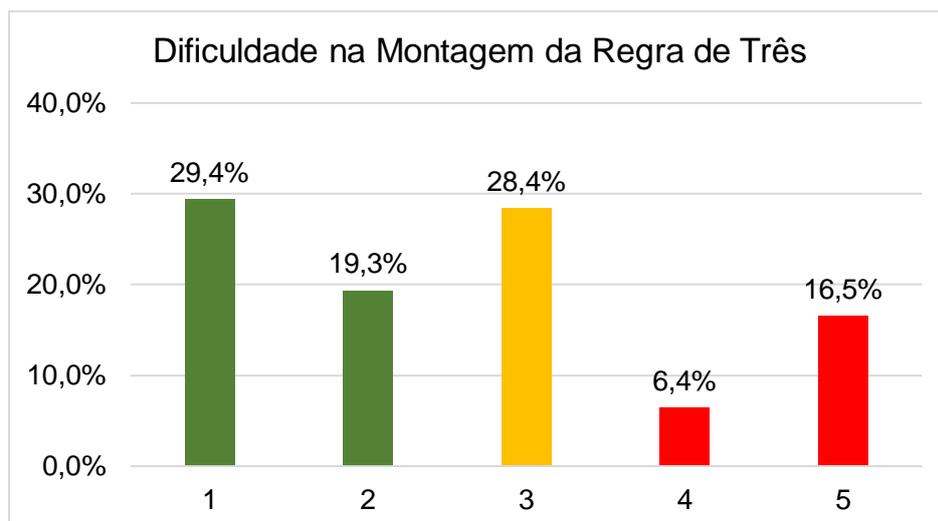
Na Figura 9, vemos 33,9% têm dificuldades em converter as unidades, 36,7% são indiferentes e 29,3% as convertem facilmente.



**Figura 9.** Respostas sobre conversão de unidades de medida

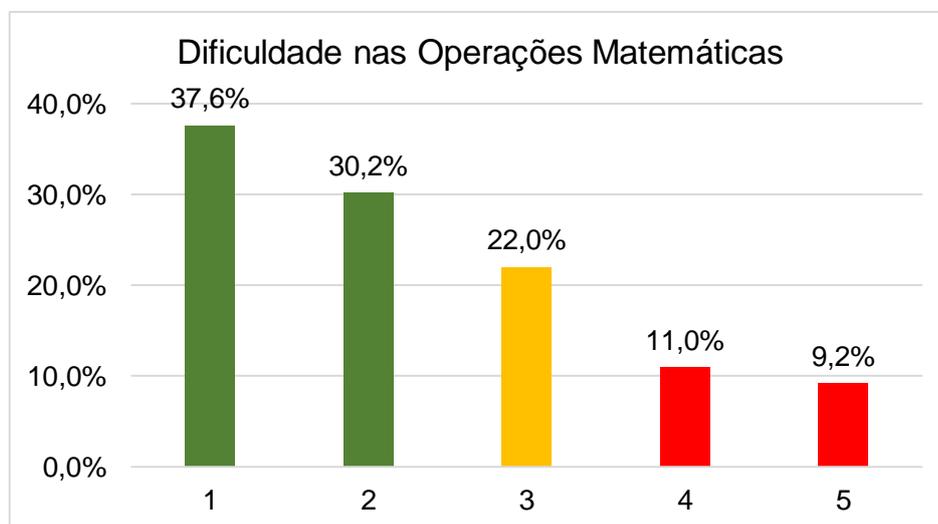
Quanto aos aspectos matemáticos, os alunos foram questionados sobre a dificuldade de montagem da Regra de Três e dificuldades na realização de operações matemáticas. Da análise destas duas questões, verifica-se que cerca de 20% apontam não ter dificuldades nestes quesitos. Este resultado surpreende e desmistifica a crença de que o problema dos alunos com a Estequiometria está centrado nos aspectos matemáticos. Pelo contrário, a maioria dos alunos alega não ter dificuldade com isso.

Dos respondentes, 48,7% discordam que a dificuldade está na montagem da Regra de Três, 28,4% são indiferentes e 22,9% alegam ter dificuldades na montagem da Regra de Três para resolução de problemas, como pode ser verificado na Figura 10.



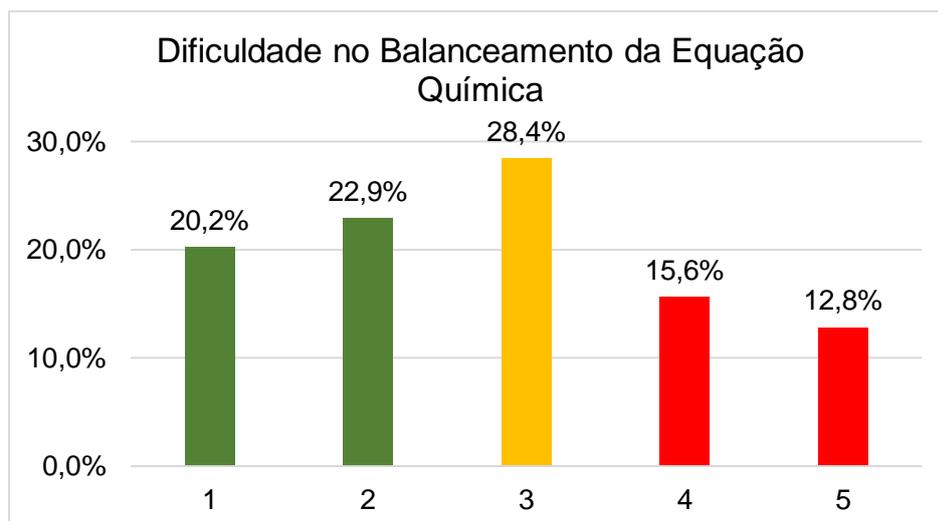
**Figura 10.** Respostas sobre montagem da Regra de Três

Quanto as dificuldades na realização das operações matemáticas requeridas para resolução de problemas de Estequiometria, 67,8% apontam não tem dificuldades, 22,0% são indiferentes e 20,2% alegam ter dificuldades, de acordo com a Figura 11.



**Figura 11.** Respostas sobre operações matemáticas

Quanto ao balanceamento de equações químicas, a Figura 12 mostra que este fator também é apontado como uma dificuldade para realização de exercícios por 28,4% dos estudantes.



**Figura 12.** Respostas sobre balanceamento de equação química

Na questão aberta sobre quais seriam outras possíveis dificuldades enfrentadas, os alunos que a responderam não apontaram nenhuma outra causa diferente das abordadas nas questões apresentadas e reforçaram a dificuldade acerca de leitura e interpretação, com respostas como: “interpretação de problemas”, “eu encontro dificuldade quando precisa retirar os dados do problema”, “minha dificuldade é na interpretação”, entre outras respostas de mesmo teor.

Após a aplicação do questionário, em uma das turmas de alunos que participou do mesmo, houve relatos orais durante as aulas seguintes de que, ao responderem as questões, os mesmos tomaram consciência que a dificuldade deles na disciplina de Química não é a Química nem a Matemática, mas o Português.

Diante destes resultados, pôde-se diagnosticar que a principal dificuldade enfrentada pelos alunos reside na leitura e interpretação dos enunciados dos problemas, conforme resumido na tabela seguinte.

**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

É interessante observar que estas competências não são restritas ao trabalho desenvolvido na disciplina de Química no Ensino Médio, antes disso, são desenvolvidas na escola desde o Ensino Fundamental e refletem a formação deficiente dos alunos que chegam ao Ensino Médio com dificuldades básicas, que acabam refletindo no mau desempenho na disciplina de Química.

Quanto ao acesso às tecnologias como *smartphone* e internet, a pesquisa também mostrou que 91,7% dos alunos possuem *smartphone* (72,5% com sistema Android); 85,3% têm acesso à internet pelo celular e 89% também em suas residências. Embora os índices sejam altos, há que se salientar que as tecnologias não abrangem 100% do universo escolar e, ao se desenvolver estratégias que façam uso desse recurso, é necessário criar alternativas para incluir os alunos que não possuem acesso.

## 5.2 Questionário de Avaliação do EsteQuiz

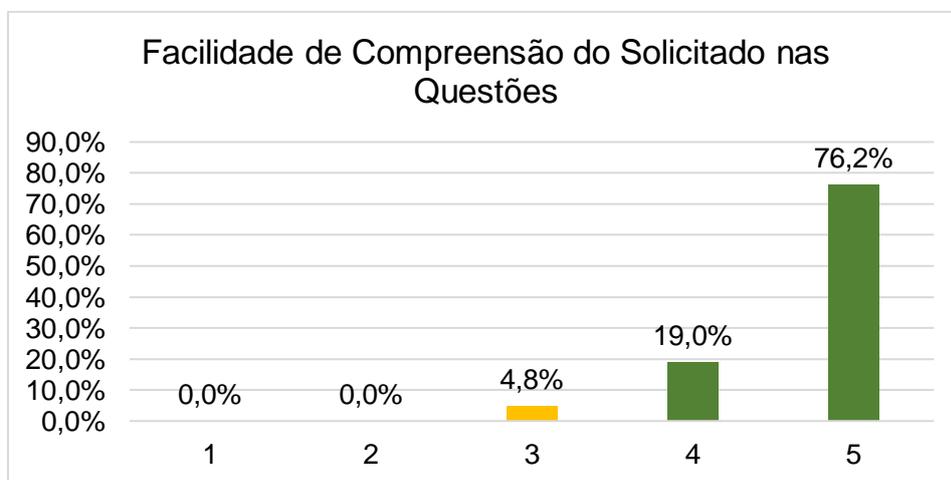
O jogo foi aplicado com turmas de alunos do primeiro, segundo e terceiros anos do Ensino Médio. Foi dado às turmas o tempo de uma hora e trinta minutos para a atividade.

No início foi exposto como o jogo funciona, explicada as telas iniciais de dicas instruções, calculadora e tabela periódica. Após os alunos optaram por jogar sozinhos, em duplas ou trios.

Decorridos sete dias da atividade, foi disponibilizado, via *Google Forms*, o questionário de avaliação do EsteQuiz (<https://forms.gle/AkQ8AjB2quaKanSv6>), o qual está apresentado no Apêndice O Os objetivos do questionário são verificar a interação do aluno com o jogo e colher sugestões para aprimorá-lo. O questionário foi respondido por 21 alunos.

Para as questões aplicáveis, foi utilizada a Escala de Likert para as respostas, onde: 1 discordo totalmente, 2 discordo parcialmente, 3 indiferente, 4 concordo parcialmente e 5 concordo totalmente.

Quando questionados sobre se o que deveria ser realizado em cada questão do jogo era compreensível, nenhum respondente declarou não ter compreendido o solicitado, 4,8% são indiferentes e 95,2% apontaram compreender o que foi solicitado (Figura 13).



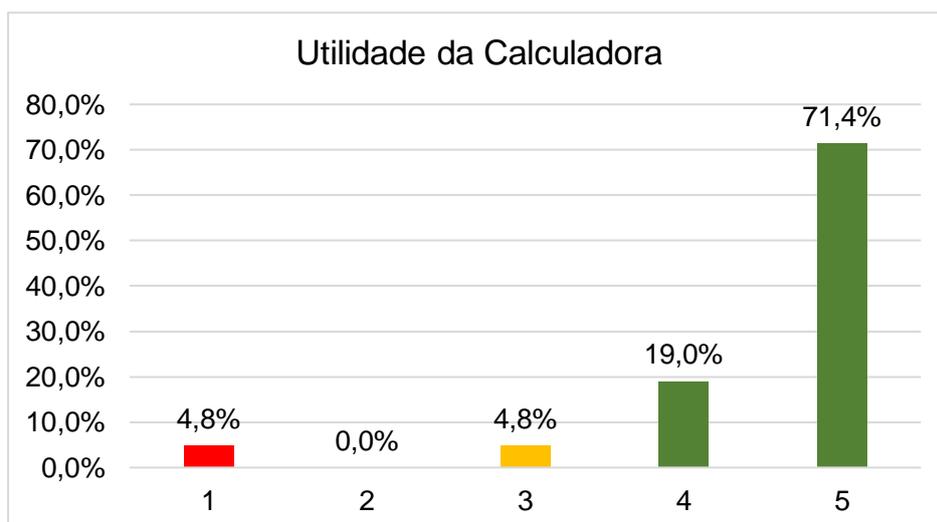
**Figura 13.** Compreensão de questões

Sobre dificuldades na utilização do jogo, 90,5% dos alunos responderam não ter dificuldades, conforme a Figura 14.



**Figura 14.** Dificuldades para utilizar o jogo

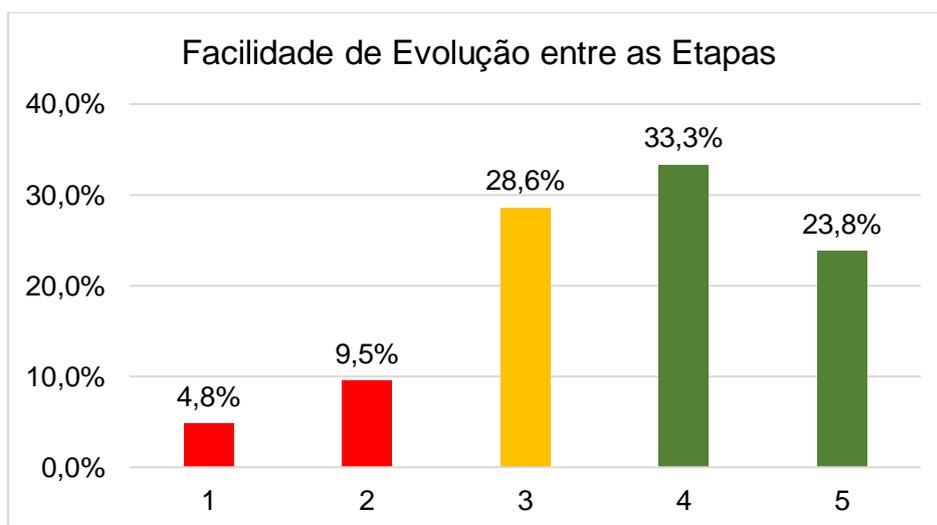
Quando questionados sobre a utilidade da calculadora disponível no EsteQuiz, 4,8% não a consideram útil, 4,8% são indiferentes e 90,4% a consideram útil (Figura 15).



**Figura 15.** Utilidade da calculadora

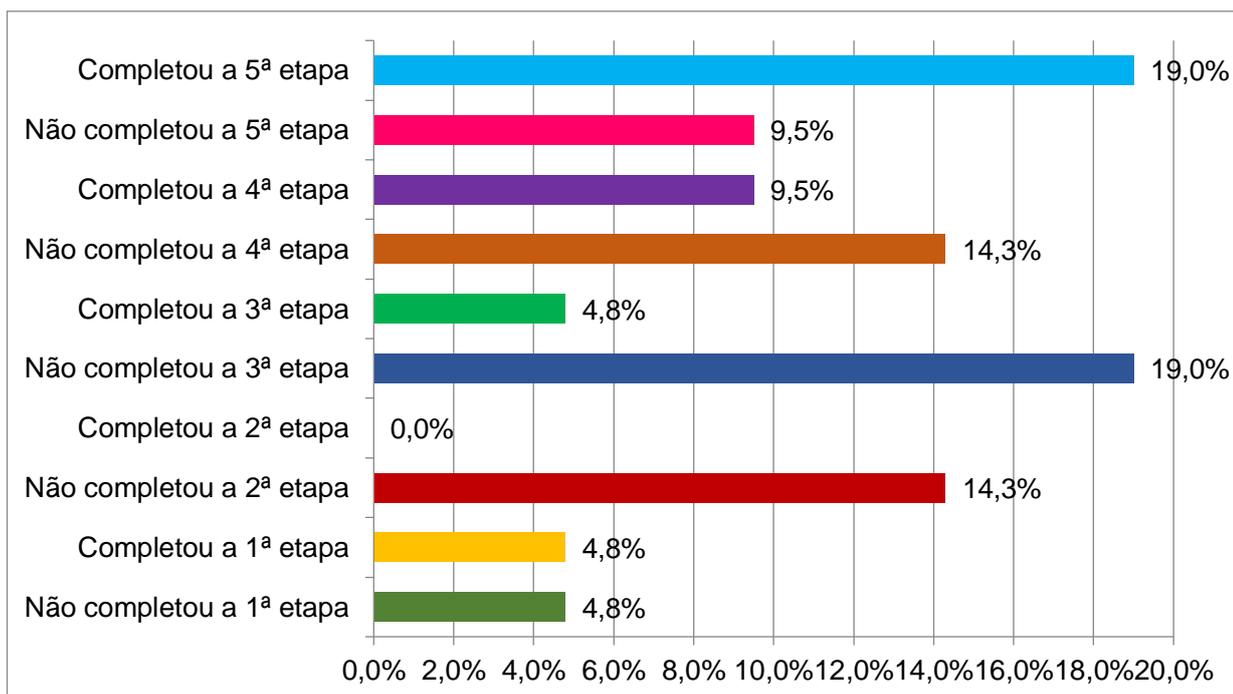
Sobre a tabela periódica disponível no aplicativo, 100% a consideraram útil durante o jogo. Sobre as dicas disponibilizadas no aplicativo, 85,7% declararam ter usado as dicas e destes, 10,0% declararam que as dicas foram indiferentes e 90,0% declararam que as dicas foram úteis.

Quanto a evolução entre as etapas do jogo, 14,3% consideraram que foi difícil a evolução, 28,6% são indiferentes e 57,1% responderam que a evolução entre as etapas foi fácil, conforme Figura 16.



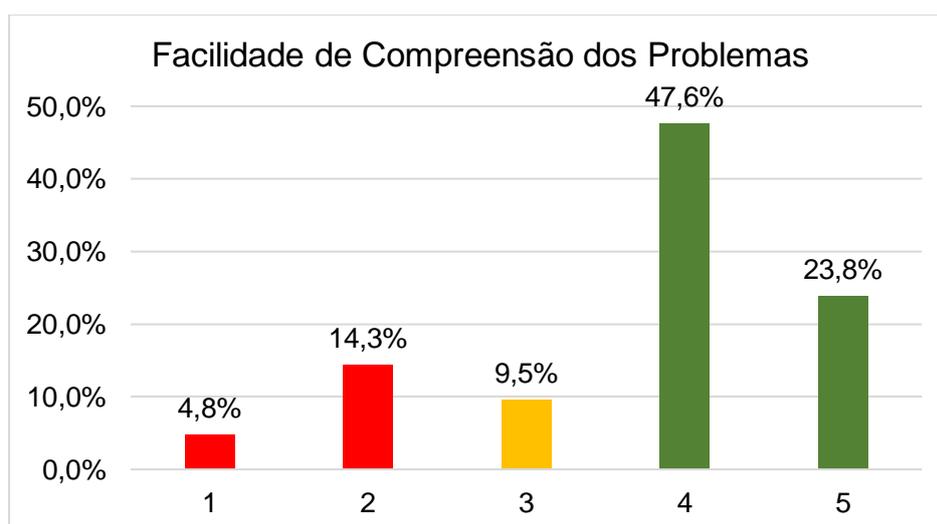
**Figura 16.** Evolução entre as etapas do jogo

O avanço dos alunos no jogo pode ser analisado conforme o gráfico apresentado na Figura 17. A maioria dos alunos, 57,1% conseguiram evoluir entre a terceira e quinta etapa do jogo.



**Figura 17.** Avanço nas etapas do jogo

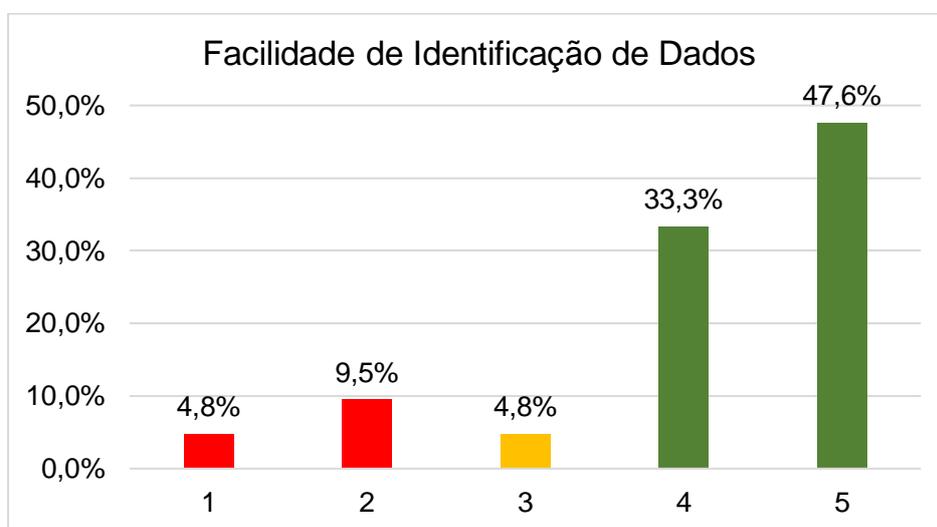
Sobre a facilidade na compreensão dos problemas, 19,1% consideraram de média a difícil compreensão, 9,5% são indiferentes e 71,4% consideraram de média a fácil compreensão dos problemas (Figura 18).



**Figura 18.** Facilidade de compreensão de problemas

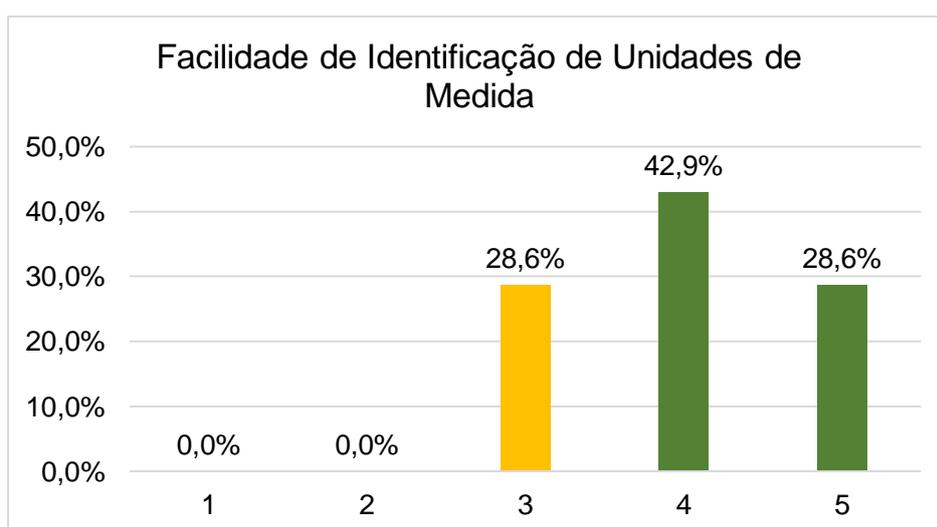
Os alunos também foram questionados sobre a facilidade na identificação dos dados necessários para a resolução dos problemas, 14,3% consideraram de média

a difícil a identificação dos dados, 4,8% são indiferentes e 80,9% consideraram de média a fácil a identificação dos dados (Figura 19).



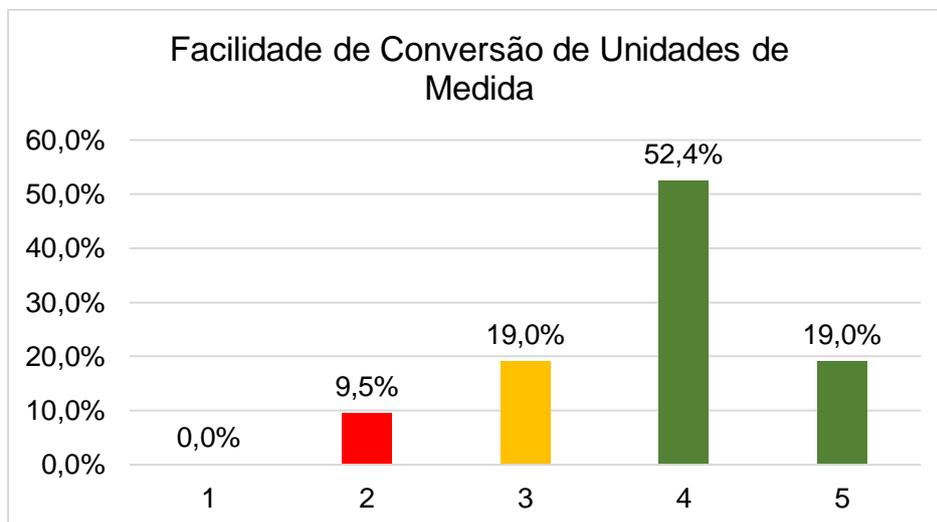
**Figura 19.** Identificação de dados para resolução dos problemas

Quanto a identificação das unidades de medida, nenhum respondente considerou difícil a identificação, 28,6% são indiferentes e 71,5% consideraram de média a fácil a identificação das unidades de medida nos problemas propostos (Figura 20).



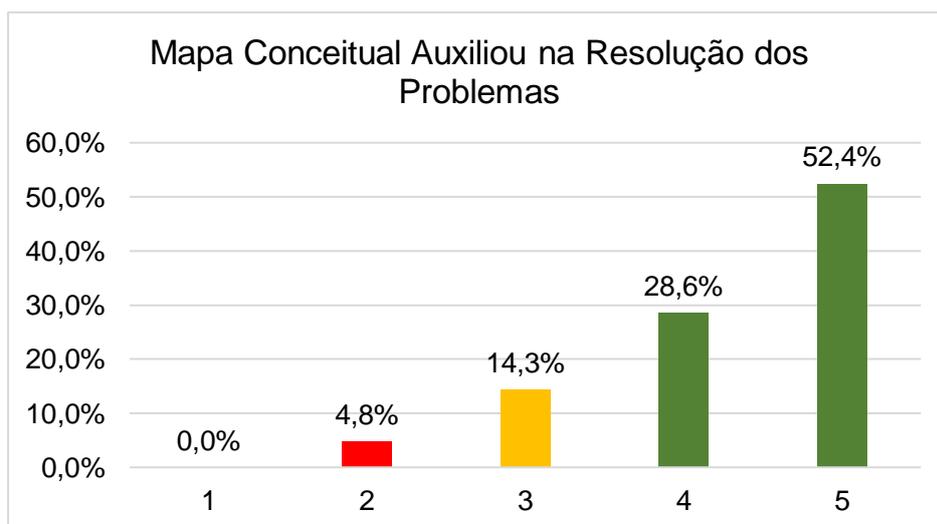
**Figura 20.** Identificação de unidades de medida

Sobre a facilidade na conversão das unidades de medida, 9,5% consideraram difícil, 19,0% foram indiferentes e 71,4% consideraram que a conversão das unidades de medida foi fácil, como apresentado na Figura 21.



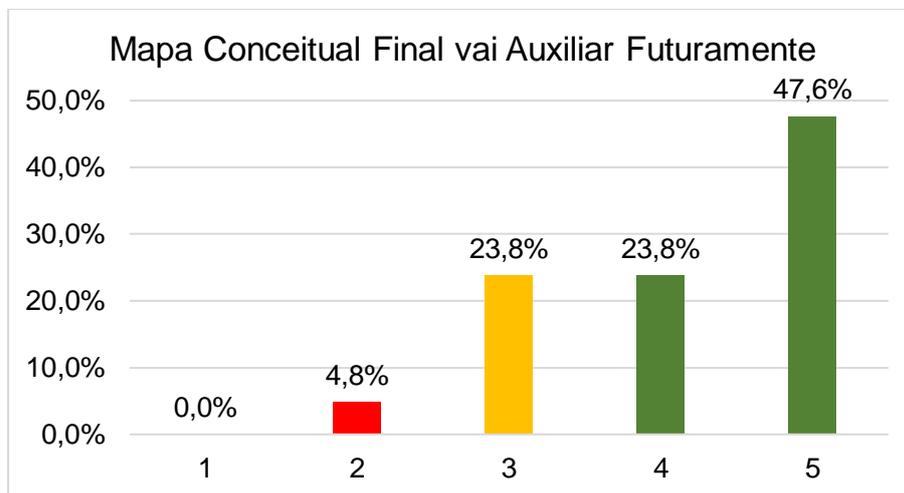
**Figura 21.** Conversão de unidades de medida

Sobre o mapa conceitual e suas parcelas, os alunos foram questionados sobre o quanto foi útil na resolução dos problemas do jogo, sendo que 4,8% consideraram que não foi útil, 14,3% foram indiferentes e 81,0% consideraram que foi útil e auxiliou na resolução dos problemas (Figura 22).



**Figura 22.** Auxílio do mapa conceitual na resolução dos problemas do jogo

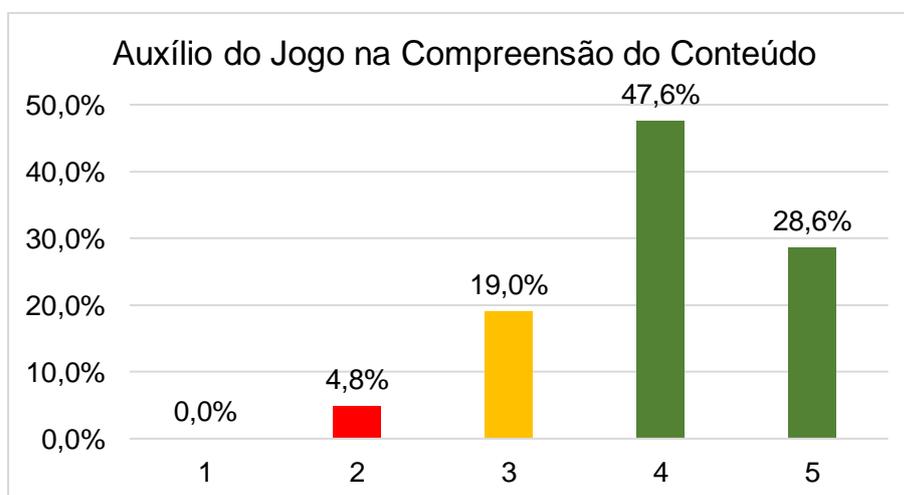
Sobre o quanto o mapa conceitual obtido no jogo vai auxiliar na resolução de problemas futuros, 4,8% declararam que não será útil, 23,8% são indiferentes e 71,4% consideram que o mapa obtido será útil na resolução de problemas futuros (Figura 23).



**Figura 23.** Utilidade futura do mapa conceitual final

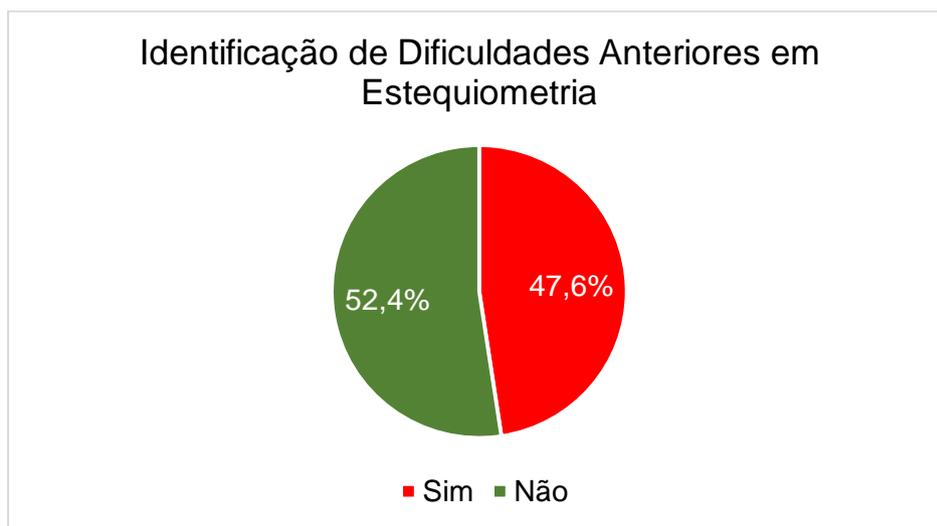
Os alunos também foram questionados se utilizaram o mapa conceitual em problemas adicionais, a maioria, 52,4%, declarou não ter utilizado.

Questionamos se o jogo auxiliou na compreensão do conteúdo de Estequiometria, para 4,8% o jogo não auxiliou, 19,0% foram indiferentes e 76,2% consideram que o jogo auxiliou na compreensão do conteúdo, conforme apresentado na Figura 24.



**Figura 24.** Auxílio do jogo na compreensão do conteúdo

A identificação de dificuldades em Estequiometria também foi objeto de avaliação. Os mesmos foram perguntados se haviam identificado dificuldades anteriores neste conteúdo, sendo que 52,4% declararam não ter identificado dificuldades anteriores, conforme o gráfico apresentado na Figura 25.



**Figura 25.** Identificação de dificuldades anteriores em Estequiometria

Aos alunos que responderam afirmativamente quando questionados sobre dificuldades em Estequiometria, foi solicitado que explicitassem quais eram essas dificuldades. As respostas concentraram-se em falta de compreensão, efetivação dos cálculos, calcular as massas molares e balanceamento da equação química.

Ao final do questionário foram solicitadas sugestões para aprimoramento do jogo. Os itens sugeridos versaram sobre a ampliação do jogo em mais etapas, mais questões sobre mol e a disponibilização de um acessório do tipo bloco de notas dentro do aplicativo para auxiliar no jogo.

Com base nos resultados obtidos no questionário de avaliação, se pode observar que a maioria dos alunos tiveram facilidade em todos os aspectos questionados, conforme dados da tabela seguinte.

**Tabela 2.** Compilação de resultados da 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

Quanto a utilidade do jogo e demais suportes presentes no aplicativo, constata-se que maioria dos alunos consideram úteis, conforme resumo apresentado na tabela seguinte.

**Tabela 3.** Compilação dos resultados da utilidade do EsteQuiz

Aspecto	% de Utilidade
Calculadora	90,4
Dicas	90,0
Jogo	76,2
Mapa conceitual	81,0
Tabela periódica	100,0

Visto os resultados obtidos desta aplicação do jogo com turmas do Ensino Médio, vimos que ele atende satisfatoriamente os objetivos traçados, mostrou-se de fácil compreensão e os acessórios foram úteis.

Para seu aprimoramento, são necessárias ações subsequentes, as quais seguem listadas a seguir:

- Disponibilizar versão web para o jogo;
- Disponibilizar versão iOS para o jogo;
- Inserir acessório do tipo bloco de notas no aplicativo;
- Ampliar questões sobre mol;
- Ampliar o número de etapas;
- Alterar o formato do retorno de resposta errada para evitar a escolha aleatória da resposta e o avanço da questão através da tentativa e erro;
- Alterar o método de avanço entre as questões de uma mesma etapa: ao errar uma questão, possibilitar o avanço para a próxima questão da mesma etapa e, ao final da etapa, retornar às questões erradas para nova resolução e, se corretas, permitir o avanço para a etapa seguinte;
- Criar um sistema de competição para a tela de resposta, com tempo e pontuação;
- No questionário de diagnóstico, inserir questão sobre o conceito de Estequiometria.

O jogo pode ser utilizado no atual formato, porém após os aprimoramentos entende-se que atenderá as expectativas dos jogadores e poderá ser reavaliado para análise dos resultados gerados no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Estequiometria.

## 6. Conclusão

Com a aplicação do questionário de pesquisa, foi possível diagnosticar as dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem da Estequiometria. Surpreendentemente, Matemática não é a única vilã das dificuldades, ela está acompanhada do Português, especialmente o item “Compreensão de Texto”.

Muitas vezes não observada, por ser considerada de fácil compreensão, a disciplina de Português encerra, em seus objetivos, o trabalho para desenvolvimento de habilidades e competências de leitura e interpretação de textos, que se mostra crucial para o ensino-aprendizagem de demais disciplinas que compõem o currículo escolar.

É sabido que tais habilidades deveriam ser desenvolvidas ao longo da jornada escolar durante o Ensino Fundamental. Espera-se que o aluno de Ensino Médio chegue a este com o desenvolvimento pleno de leitura e interpretação, no entanto observa-se que há uma deficiência grave atingindo estes alunos, e que embasam a causa das dificuldades enfrentadas por estes quando do estudo de conteúdos das demais disciplinas, entre elas, a disciplina de Química.

Não obstante, o conteúdo de Estequiometria ainda exige raciocínio lógico e proporcional, bastante abstrato e que se concretiza como um obstáculo à aprendizagem dos alunos.

O professor de Química, e a disciplina de Química, acabam ocupando-se destas dificuldades e, na tentativa de saná-las, dispendem muito tempo no ensino de resolução de problemas sem discutir o significado dos cálculos, números e unidades métricas envolvidos.

A compreensão da aplicabilidade dos conceitos fica para um segundo plano, onde poucos alunos, que conseguem transpor mais rapidamente os obstáculos da aprendizagem, são capazes de atingir. Infelizmente esta condição é restrita à minoria dos alunos em sala de aula, contribuindo ainda mais à antipatia dos estudantes pela disciplina de Química, rotulada como desconexa da realidade.

Ao considerar as dificuldades diagnosticadas no processo de ensino-aprendizagem da Estequiometria, somadas às dificuldades inerentes do conteúdo, a proposta do jogo didático EsteQuiz, tentou aproximar os alunos de uma estratégia divertida e interessante, que faz uso de mídias e recursos digitais, para auxiliar a maioria dos alunos, antes fadados ao insucesso, na transposição destes obstáculos.

O jogo pretendeu auxiliar alunos e professores na apropriação de conceitos que embasam a Estequiometria e, ao mesmo tempo, construir um algoritmo de resolução de problemas estequiométricos, permitindo que a memória cognitiva do aluno possa ser direcionada a compreensão dos conceitos químicos e não a memorização do passo-a-passo da resolução do cálculo.

Entende-se que os objetivos traçados para o trabalho foram atingidos satisfatoriamente. E que este desenvolvimento é apenas um passo em direção à busca do aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem dos conceitos químicos para o Ensino Médio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília, DF: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em 16 jul. 2019.
2. BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CEB nº 3.** Brasília, DF: MEC, 1998. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03\\_98.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf)>. Acesso em 16 jul. 2019.
3. DEBUS, ALLEN G. A Longa Revolução Química. **Ciência Hoje.** Rio de Janeiro. v. 13, n. 77, p. 36-43, 1991.
4. FILGUEIRAS, CARLOS A. L. A Revolução Química de Lavoisier: Uma Verdadeira Revolução? **Química Nova.** v. 18, n 2, p. 219-224, 1995. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol18No2\\_219\\_v18\\_n2\\_14.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol18No2_219_v18_n2_14.pdf)>. Acesso em 16 jul. 2019.
5. TOSI, LÚCIA. Lavoisier: Uma Revolução na Química. **Química Nova.** v. 12, n 1, p. 33-56, 1989. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol12No1\\_33\\_v12\\_n1\\_%288%29.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol12No1_33_v12_n1_%288%29.pdf)>. Acesso em 16 jul. 2019.
6. RUSSEL, JOHN BLAIR. **Química Geral.** v. 1, 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

7. USBERCO, JOÃO; SALVADOR, EDGARD. **Química Essencial**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

8. FONSECA, MARTHA REIS MARQUES DA. **Química: ensino médio**. v.1, 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

9. LICATA, DAVID. **Stoichiometry is Easy**. 2014. Disponível em <<https://www.chemedx.org/article/stoichiometry-easy>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

10. ABUD, GARY. **The Two Words Every Chemistry Student Needs to Learn**. 2017. Disponível em <<https://www.chemedx.org/article/two-words-every-chemistry-student-needs-learn>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

11. 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: 16 jul. 2019.

12. HUSTING, CHAD. **A Quick and Dirty Stoichiometry Lab... Differentiation and Inquiry?** 2015. Disponível em <<https://www.chemedx.org/blog/quick-and-dirty-stoichiometry-labdifferentiation-and-inquiry>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

13. LICATA, DAVID. **Mass of a Reaction Product**. 2014. Disponível em <<https://www.chemedx.org/activity/mass-reaction-product>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

14. KUNTZLEMAN, TOM. **Put a Spark in Your Stoichiometry Lesson!** 2015. Disponível em <<https://www.chemedx.org/blog/put-spark-your-stoichiometry-lesson>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

15. DUKERICH, LARRY. **Conceptual Chemistry**. 2014. Disponível em <<https://www.chemedx.org/blog/conceptual-chemistry>>. Acesso em: 16 jul. 2019.
16. LICATA, DAVID. **Stoichiometry Guided Instructional Activities with Guide Framework**. 2014. Disponível em < <https://www.chemedx.org/activity/stoichiometry-guided-instructional-activities-guide-framework>>. Acesso em 16 jul. 2019.
17. CHAPANGNATTE, DOSTOIEWSKI M. O.; NUNES, LINA C. A inserção das Mídias Audiovisuais no Contexto Escolar. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v. 27, n. 3, p. 15-38, 2010.
18. ROSA, MARCELO P. A.; EICHLER, M. L.; PAIVA, JOÃO C. M. **As tecnologias digitais e o ensino de química: o caso do Programa de Desenvolvimento Profissional para Professores**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2016. 259 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/151307>>. Acesso em: 13 fev. 2019.
19. EICHLER, MARCELO L. A produção de objetos educacionais digitais para o ensino de química: exemplos de boas práticas. In: KNOPKI, B.; ZANON, L. B. (Org). **Tecnologias da Informação e Comunicação na Prática Docente de Química e Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016. Cap. 1, p. 15-48.
20. TAVARES, ROMERO. Construindo Mapas Conceituais. **Ciências e Cognição**. v. 12, p. 72-85. 2007. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/641>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

21. MOREIRA, MARCO A. **Aprendizagem Significativa:** da visão clássica à visão crítica. In: V ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. Madri, 2006. Disponível em <<http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019.
22. SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas Conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. Educação em Revista. Belo Horizonte. v. 26, n. 3, p. 195-218, 2010.
23. FORTUNA, TÂNIA R. **Brincar é Aprender:** dimensões conceituais e operacionais da abordagem lúdica do ensino. In: JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA. Foz do Iguaçu, 2018.
24. FIALHO, NEUSA N. **Jogos no Ensino de Química e Biologia.** 1. ed. Curitiba: IBPEX, 2007. 152 p.
25. LUCENA, SIMONE. et al. **Cultura Digital, Jogos Eletrônicos e Educação.** Universidade Federal da Bahia. Edufba, 2014.

## APÊNDICE A

### Questionário Diagnóstico

Estamos fazendo uma pesquisa e precisamos da tua ajuda para entender um pouco melhor as dificuldades que os estudantes apresentam na disciplina de Química.

Você pode nos ajudar?

Não demora muito não. Suas respostas são muito importantes, avalie bem as questões antes de respondê-las.

**\*Obrigatório**

### Quem és tu?

Precisamos de algumas informações sobre você, nada de nome, RG ou CPF, mas sim algumas coisas sobre a tua vida estudantil, vamos lá?

Nos ajuda nessa seção?

É bem curtinha.

1) Qual a tua idade?\*

\_\_\_\_\_

2) Em que série do Ensino Médio você está? Marcar apenas uma resposta.\*

1ª série       2ª série       3ª série

3) Em que turno você estuda? Marcar apenas uma resposta.\*

Manhã       Noite

4) Você é repetente? Não tenha vergonha não, mas responda esta pergunta honestamente, preciso muito saber isso. Marcar apenas uma resposta.\*

Sim       Não

5) Em qual disciplina você reprovou? Se você marcou sim na pergunta anterior, tem que responder esta aqui. Pois é, repetir de ano é possível, mas queremos saber qual(is) foi a(s) disciplina(s) que te segurou aqui... Podes marcar mais de uma opção! Marque todas que se aplicam.

- Arte             Biologia             Educação Física             Espanhol  
 Filosofia             Física             Geografia             História  
 Inglês             Literatura             Matemática             Português  
 Química             Religião             Sociologia

6) Quando você realiza uma avaliação ou exercícios de aula, você costuma revisar seus resultados, buscando comprovação dos valores obtidos e identificação de uma eventual resposta sem sentido? Marcar apenas uma resposta.\*

- Sim             Não

### **Química!**

Vamos ao assunto de fato! Nas próximas questões, escolha sua resposta considerando que 1 significa "discordo totalmente" e 5 significa "concordo totalmente".

7) Sobre a disciplina de Química, você a considera de fácil compreensão? Marcar apenas uma resposta.\*

- 1             2             3             4             5

8) Sobre o conteúdo de Estequiometria, você o considera de fácil compreensão? Marcar apenas uma resposta.\*

- 1             2             3             4             5

9) Você sente dificuldade para resolver exercícios de Estequiometria? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

10) Você compreende facilmente o que o problema pede? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

11) Você identifica os dados a serem utilizados para resolução do problema facilmente? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

12) Você identifica a necessidade de conversão de unidades facilmente? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

13) Você converte as unidades necessárias facilmente? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

14) Sua dificuldade está concentrada na montagem da Regra de Três para resolução do problema? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

15) Sua dificuldade está concentrada nas operações matemáticas para resolução do problema? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

16) Sua dificuldade está concentrada no balanceamento da equação química? Marcar apenas uma resposta.\*

1       2       3       4       5

17) Se sua dificuldade não se concentra em nenhuma das etapas acima, onde você encontra dificuldades ao resolver problemas de Estequiometria?

---

---

## Tecnologia e Informação

Agora um assunto diferente, vamos precisar destas informações para seguir adiante.

Estamos quase no fim!

18) Você possui *smartphone*? Marcar apenas uma resposta.\*

Sim                       Não

19) Seu *smartphone* possui qual sistema operacional? Marcar apenas uma resposta.\*

Android                       iOS                       Windows Phone

Não sei                       Não tenho                       Outro: \_\_\_\_\_

20) Você tem acesso à Internet pelo celular? Marcar apenas uma resposta.\*

Sim                       Não

21) Você tem acesso à Internet em casa? Marcar apenas uma resposta.\*

Sim                       Não

Fim

Ufa, terminamos!

Muito obrigada por tua contribuição, tuas respostas são muito importantes para nossa pesquisa!

Um grande abraço e até a próxima!

E antes de sair desta etapa, não esqueça de clicar em "Enviar".

## APÊNDICE B

**ESTEQUIZ**

Novo Jogo

Continuar Jogo

## APÊNDICE C

**Etapa 1**

**mol x mol**

**Calculadora**

**Tabela Periódica**

**Mapa Conce**

## APÊNDICE D

### Questão 1

**Instruções**

**Dicas**

**Créditos**

**ESTEQUIZ É UM JOGO DE PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE ESTEQUIOMETRIA!**

**CADA SEQUÊNCIA DE PERGUNTAS RESPONDIDAS CORRETAMENTE REVELA UMA PARTE DO MAPA CONCEITUAL.**

**ANTES DE RESPONDER CADA PERGUNTA, VOCÊ DEVERÁ BALANCEAR A EQUAÇÃO, CLICANDO NOS QUADROS E INSERINDO OS NÚMEROS PELO TECLADO. EM SEGUIDA, CLIQUE EM "CONFERIR BALANCEAMENTO" PARA TESTAR A SUA RESPOSTA.**

**OS COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS DEVEM SER A MENOR COMBINAÇÃO DE NÚMEROS INTEIROS.**

**VOCÊ ESTÁ NA BARRA DE FERRAMENTAS, ELA POSSUI UMA SÉRIE DE RECURSOS PARA LHE AUXILIAR, COMO CALCULADORA, TABELA PERIÓDICA E DICAS.**

**ARRASTE ESTA JANELA PARA O LADO PARA NAVEGAR ENTRE ESTES CONTEÚDOS.**

**CLIQUE ACIMA, NA PORÇÃO DE TELA COLORIDA, PARA FECHAR A BARRA DE FERRAMENTAS.**

## APÊNDICE E

### Questão 1

**Calculadora**

**Tabela Periódica**

**Mapa Conce**

(	)	C	
7	8	9	/
4	5	6	*
1	2	3	-
0	.	=	+

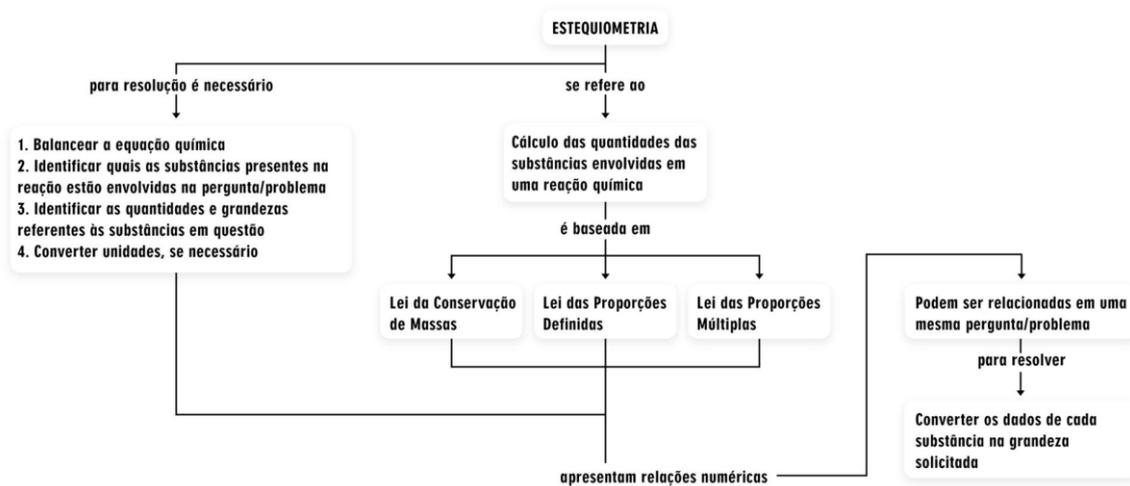
# APÊNDICE F

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<b>H</b> 1,008 Hidrogênio																	<b>He</b> 4,0026 Hélio
2	<b>Li</b> 6,94 Lítio	<b>Be</b> 9,0122 Berílio											<b>B</b> 10,81 Boro	<b>C</b> 12,011 Carbono	<b>N</b> 14,007 Nitrogênio	<b>O</b> 15,999 Oxigênio	<b>F</b> 18,998 Fluor	<b>Ne</b> 20,180 Neônio
3	<b>Na</b> 22,990 Sódio	<b>Mg</b> 24,305 Magnésio											<b>Al</b> 26,982 Alumínio	<b>Si</b> 28,085 Silício	<b>P</b> 30,974 Fósforo	<b>S</b> 32,06 Enxofre	<b>Cl</b> 35,45 Cloro	<b>Ar</b> 39,948 Argônio
4	<b>K</b> 39,098 Potássio	<b>Ca</b> 40,078 Cálcio	<b>Sc</b> 44,956 Escândio	<b>Ti</b> 47,867 Titânio	<b>V</b> 50,942 Vanádio	<b>Cr</b> 51,996 Cromo	<b>Mn</b> 54,938 Manganês	<b>Fe</b> 55,845 Ferro	<b>Co</b> 58,933 Cobalto	<b>Ni</b> 58,693 Níquel	<b>Cu</b> 63,546 Cobre	<b>Zn</b> 65,38 Zinco	<b>Ga</b> 69,723 Gálio	<b>Ge</b> 72,630 Germano	<b>As</b> 74,922 Arsênio	<b>Se</b> 78,971 Selênio	<b>Br</b> 79,904 Bromo	<b>Kr</b> 83,798 Criptônio
5	<b>Rb</b> 85,468 Rubídio	<b>Sr</b> 87,62 Estrôncio	<b>Y</b> 88,906 Ítrio	<b>Zr</b> 91,224 Zircônio	<b>Nb</b> 92,906 Níobio	<b>Mo</b> 95,95 Molibdênio	<b>Tc</b> (98) Técnetio	<b>Ru</b> 101,07 Rútenio	<b>Rh</b> 102,91 Ródio	<b>Pd</b> 106,42 Paládio	<b>Ag</b> 107,87 Prata	<b>Cd</b> 112,41 Cádmio	<b>In</b> 114,82 Índio	<b>Sn</b> 118,71 Estanho	<b>Sb</b> 121,76 Antimônio	<b>Te</b> 127,60 Telúrio	<b>I</b> 126,90 Iodo	<b>Xe</b> 131,29 Xenônio
6	<b>Cs</b> 132,91 Césio	<b>Ba</b> 137,33 Bário	57-71 Lantanídeos	<b>Hf</b> 178,49 Háfnio	<b>Ta</b> 180,95 Tântalo	<b>W</b> 183,84 Wolfrâmio	<b>Re</b> 186,21 Rênio	<b>Os</b> 190,23 Ósmio	<b>Ir</b> 192,22 Írídio	<b>Pt</b> 195,08 Platina	<b>Au</b> 196,97 Ouro	<b>Hg</b> 200,59 Mercúrio	<b>Tl</b> 204,38 Telúrio	<b>Pb</b> 207,2 Chumbo	<b>Bi</b> 208,98 Bismuto	<b>Po</b> (209) Polônio	<b>At</b> (210) Ástato	<b>Rn</b> (222) Radônio
7	<b>Fr</b> (223) Frâncio	<b>Ra</b> (226) Rádium	89-103 Atinídeos	<b>Rf</b> (261) Rifório	<b>Db</b> (268) Dubnônio	<b>Sg</b> (266) Seabórgio	<b>Bh</b> (278) Bohrio	<b>Hs</b> (277) Háscio	<b>Mt</b> (278) Meitnônio	<b>Ds</b> (281) Darmstádio	<b>Rg</b> (282) Roentgênio	<b>Cn</b> (285) Copernício	<b>Nh</b> (284) Nihônio	<b>Fl</b> (289) Flúvio	<b>Mc</b> (290) Moscóvio	<b>Lv</b> (293) Livermório	<b>Ts</b> (294) Tenessônio	<b>Og</b> (294) Ogânesônio
			Lantanídeos	<b>La</b> 138,91 Lantânio	<b>Ce</b> 140,12 Célio	<b>Pr</b> 140,91 Praseodímio	<b>Nd</b> 144,24 Néodímio	<b>Pm</b> (145) Pmécio	<b>Sm</b> 150,36 Samarco	<b>Eu</b> 151,96 Európio	<b>Gd</b> 157,25 Gadolínio	<b>Tb</b> 158,93 Terbólio	<b>Dy</b> 162,50 Díscio	<b>Ho</b> 164,93 Hólio	<b>Er</b> 167,26 Erbólio	<b>Tm</b> 168,93 Tulio	<b>Yb</b> 173,05 Ítrio	<b>Lu</b> 174,97 Lutécio
			Atinídeos	<b>Ac</b> (227) Actínio	<b>Th</b> 232,04 Tório	<b>Pa</b> 231,04 Protactínio	<b>U</b> 238,03 Urânio	<b>Np</b> (237) Neptúncio	<b>Pu</b> 244 Plutônio	<b>Am</b> (243) Americônio	<b>Cm</b> (247) Curcólio	<b>Bk</b> (247) Berkelônio	<b>Cf</b> (251) Califórnio	<b>Es</b> (252) Einsteinônio	<b>Fm</b> (257) Fermônio	<b>Md</b> (258) Mendelevônio	<b>No</b> (259) Nobelônio	<b>Lr</b> (260) Lawrencônio

Metais alcalinos  
 Metais alcalino-terrosos  
 Metais de Transição  
 Outros Metais  
 Semimetais  
 Não-metais  
 Halogênios  
 Gases Nobres  
 Lantanídeos  
 Actinídeos

Número Atômico → 1  
 Símbolo → H  
 Massa Atômica → 1,008  
 Nome → Hidrogênio

## APÊNDICE G



## APÊNDICE H

### Questão 1



---

**Conferir balanceamento**

**Calculadora**

**Tabela Periódica**

**Mapa Conce**

## APÊNDICE I

### Questão 1



Considere a reação que você balanceou na etapa 01. Quantos mols de  $\text{N}_2$  podemos obter a partir da decomposição de 25 mols de  $\text{NH}_3$ ?

10

11.3

12.5

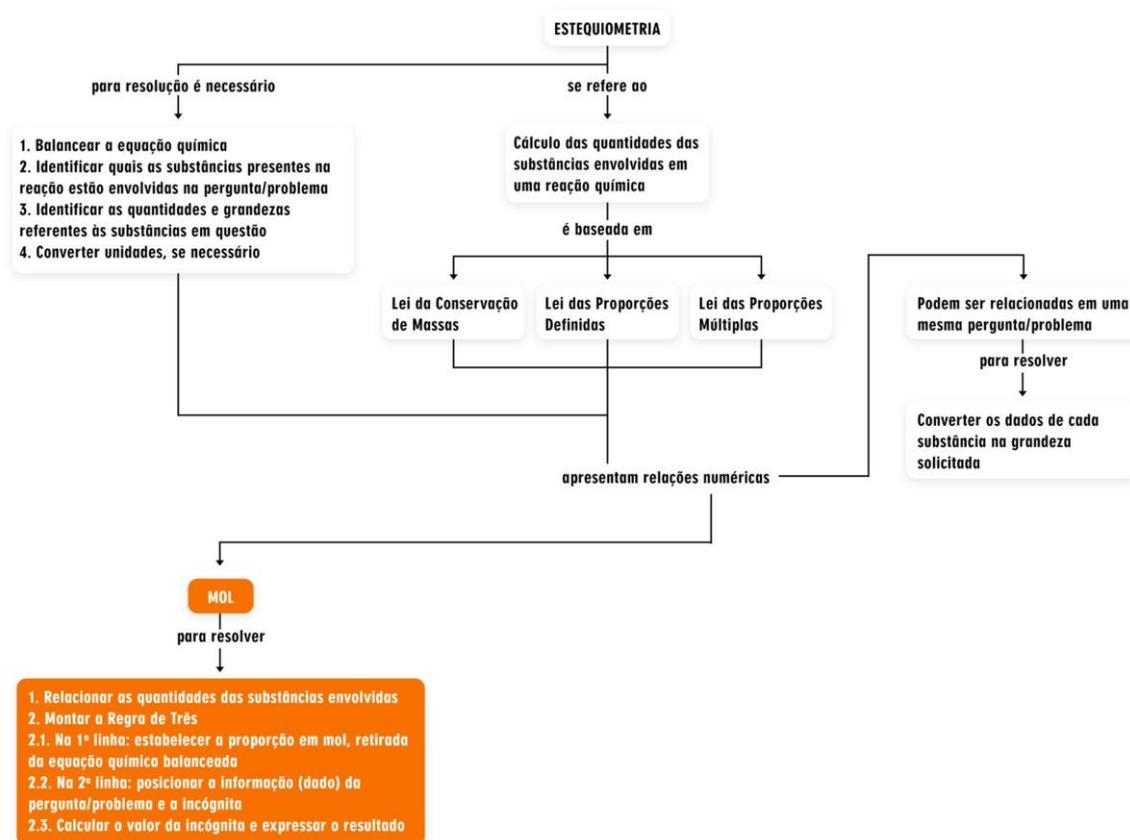
13.2

Calculadora

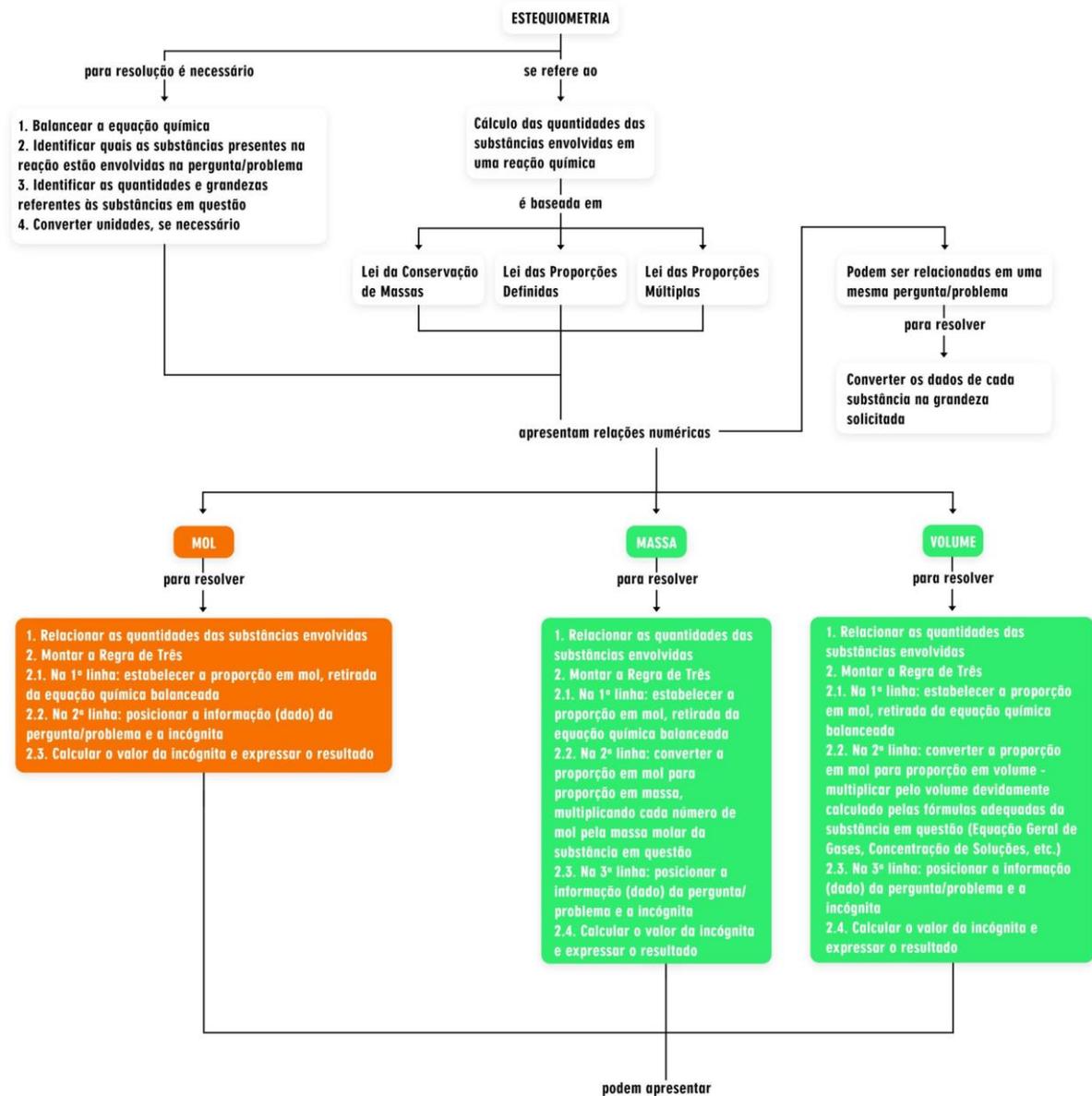
Tabela Periódica

Mapa Conce

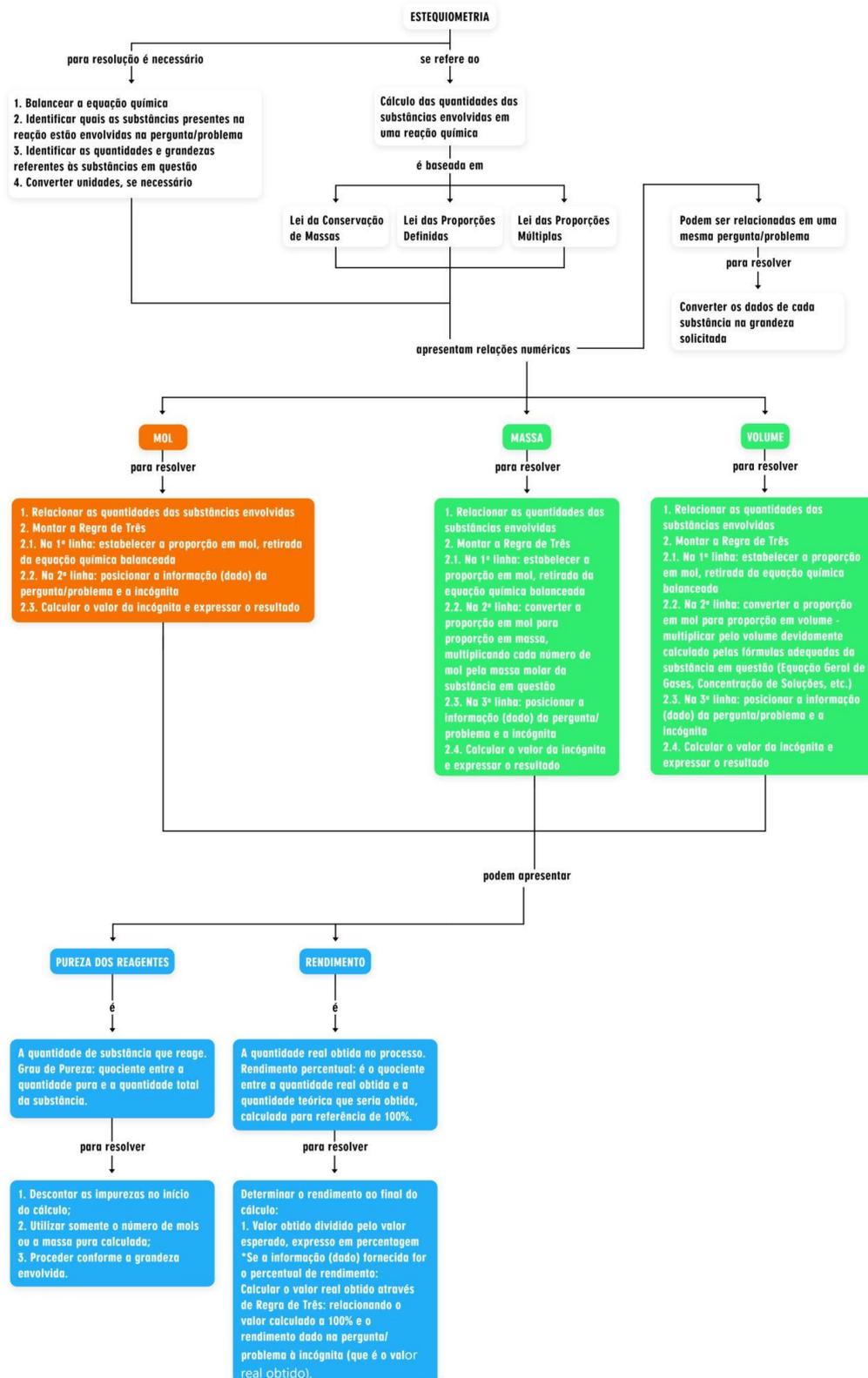
## APÊNDICE J



# APÊNDICE K

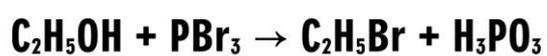


# APÊNDICE L



## APÊNDICE M

### Questão 3



QUANTOS GRAMAS DE  $\text{H}_3\text{PO}_3$  SÃO  
OBTIDOS A PARTIR DE 2400G DE  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
CONSIDERANDO QUE O ETANOL  
APRESENTA GRAU DE PUREZA DE 92%?

1253

1188

1907

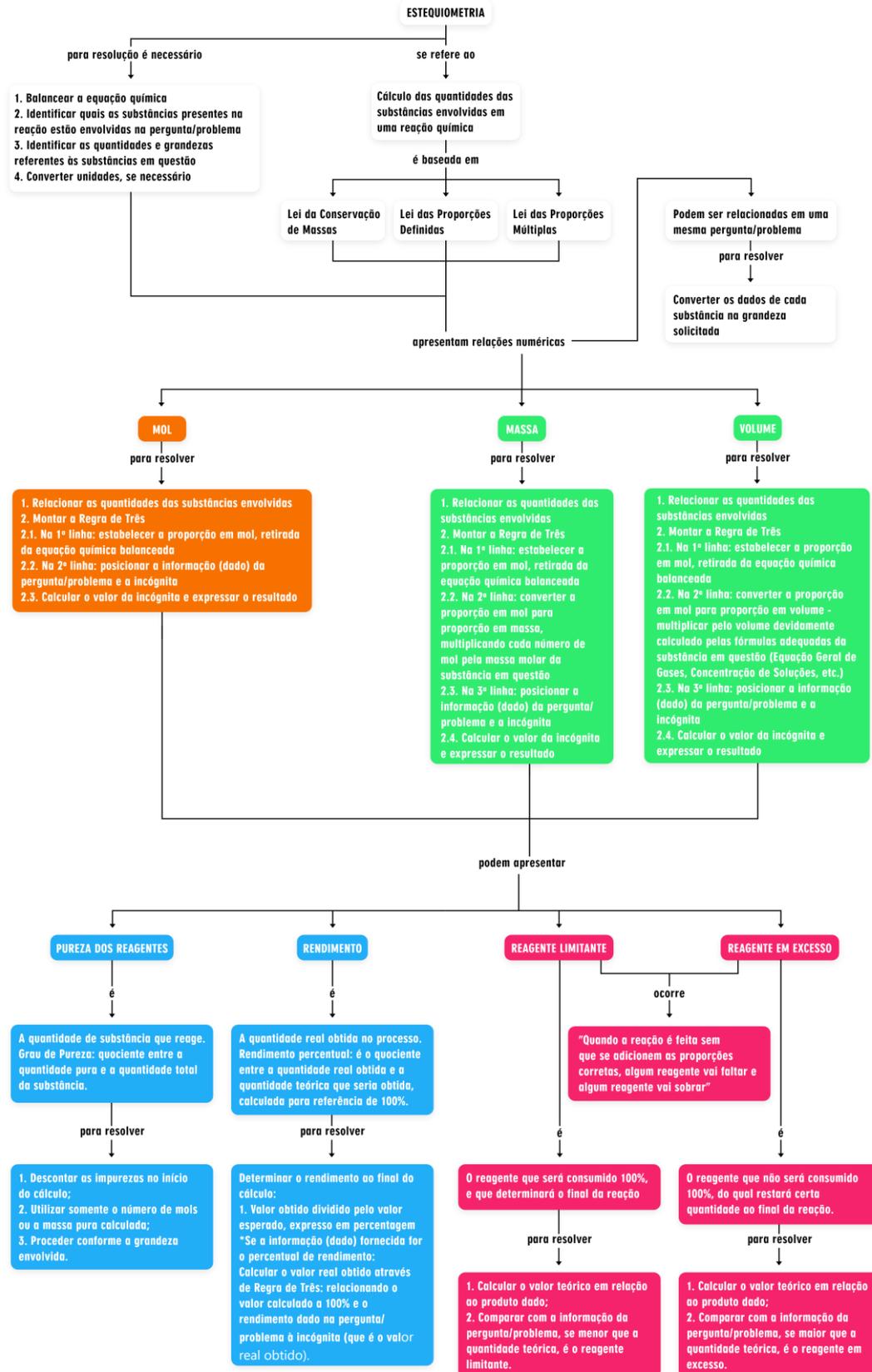
1312

Calculadora

Tabela Periódica

Mapa Conce

# APÊNDICE N



## APÊNDICE O

### Avaliação EsteQuiz

Desenvolvemos o EsteQuiz com muito carinho para auxiliar e divertir os estudantes de Química!

Agora precisamos saber sua opinião sobre ele.

Pode nos ajudar rapidinho nessa pesquisa?

Suas respostas são muito importantes para nós, avalie bem as questões antes de responde-las.

**\*Obrigatório**

### EsteQuiz

Nas próximas questões, escolha sua resposta considerando que 1 significa "discordo totalmente" e 5 significa "concordo totalmente".

1) O que era pedido em cada questão do jogo era compreensível?\*

1       2       3       4       5

2) A calculadora disponível no app foi útil durante o jogo?\*

1       2       3       4       5

3) A tabela periódica disponível no app foi útil durante o jogo?\*

1       2       3       4       5

4) Os problemas foram de fácil compreensão?\*

1       2       3       4       5

5) Os dados necessários para a resolução dos problemas foram facilmente identificados?\*

1       2       3       4       5

6) As unidades de medida foram facilmente identificadas?\*

1       2       3       4       5

7) As unidades de medida foram facilmente convertidas, quando necessário?\*

1       2       3       4       5

8) Você utilizou as dicas propostas no app?\*

Sim       Não

8.1) Se sim, as dicas foram úteis para a resolução dos problemas propostos?

1       2       3       4       5

9) A evolução entre as etapas do jogo foi fácil?\*

1       2       3       4       5

10) O mapa conceitual auxiliou na resolução dos problemas?\*

1       2       3       4       5

11) O mapa conceitual final vai lhe auxiliar na resolução de problemas de agora em diante?\*

1       2       3       4       5

12) O jogo auxiliou na compreensão do conteúdo?\*

1       2       3       4       5

13) Você avançou até qual etapa do jogo?\*

<input type="checkbox"/> Não completou a 1ª etapa	<input type="checkbox"/> Completou a 1ª etapa
<input type="checkbox"/> Não completou a 2ª etapa	<input type="checkbox"/> Completou a 2ª etapa
<input type="checkbox"/> Não completou a 3ª etapa	<input type="checkbox"/> Completou a 3ª etapa
<input type="checkbox"/> Não completou a 4ª etapa	<input type="checkbox"/> Completou a 4ª etapa
<input type="checkbox"/> Não completou a 5ª etapa	<input type="checkbox"/> Completou a 5ª etapa

14) Você utilizou o mapa conceitual obtido para resolver problemas diferentes dos propostos no app?\*

Sim       Não

14.1) Se sim, ele lhe ajudou?

Sim       Não

15) Você encontrou dificuldades para utilizar o jogo?\*

Sim       Não

15.1) Se sim, quais foram as dificuldades?

---

---

16) Você havia identificado anteriormente dificuldades suas com o tema Estequiometria?\*

Sim                       Não

16.1) Se sim, quais foram as dificuldades?

---

---

17) Deixe suas sugestões para melhorias no jogo. Elas são muito importantes para nós!

---

---

**Fim**

Ufa, terminamos!

Muito obrigada por tua contribuição, tuas respostas são muito importantes para nossa pesquisa!

Um grande abraço e até a próxima!

E antes de sair desta etapa, não esqueça de clicar em “Enviar”.