

Aprimorando a aprendizagem em estequiometria por meio de vídeo-lista no youtube

RESUMO

Maximiliano Segala

maximiliano_segala@ufrgs.br
orcid.org/0000-0003-1583-2865
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Daniele Trajano Raupp

dtraupp@gmail.com
orcid.org/0000-0003-2314-5352
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Sabrina Stefanie dos Santos

sastefanie@gmail.com
orcid.org/0000-0002-5410-330X
Centro Sinodal de Ensino Médio de Sapiranga (Duque), Sapiranga, Rio Grande do Sul, Brasil

Andrey de Lima Czolpinski

czolpinskiandrey@gmail.com
orcid.org/0000-0002-4421-8752
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

O conteúdo de Estequiometria é geralmente visto pelos estudantes como um dos assuntos mais difíceis de entender. Isso pôde ser observado por meio de nossa experiência como professores do ensino médio, em escolas públicas e privadas, no Brasil. Percebemos que novos recursos didáticos são necessários para minimizar tais dificuldades, auxiliando tanto no processo de ensino quanto na aprendizagem. Os materiais didáticos produzidos pelos próprios professores devem ser mais eficientes, pois retratam a própria realidade escolar, tornando o ensino, de certa forma, personalizado. Além disso, esses materiais de sala de aula devem ser disponibilizados online, a fim de atender o maior número possível de estudantes. Este trabalho envolve a criação de um produto educacional, apresentado como um recurso audiovisual, pois traz elementos muito eficientes no processo de ensino e aprendizagem, como movimento, cores e sons. No Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), criamos um canal no YouTube, que apresenta a solução de exercícios de estequiometria de nível de dificuldade crescente. Os vídeos foram gravados em smartphone e editados em software livre, em processo que pode ser reproduzido por qualquer professor que tenha acesso à internet. Dessa forma, nosso trabalho visa principalmente desenvolver tais materiais para servir de inspiração para que os professores criem seus próprios materiais de sala de aula, baseados na realidade escolar em que estão inseridos. Foram aplicados questionários antes e após a utilização do material e os dados coletados foram analisados sob a perspectiva da análise de conteúdo de Bardin. O material apresentou ótimos resultados no sentido de melhorar o aprendizado da estequiometria, os quais foram verificados por meio de um pré e um pós-teste, bem como, por meio de pós-questionário que avaliou a impressão dos estudantes sobre o material produzido.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química; Estequiometria; Recursos Audiovisuais.

Enhancing stoichiometry learning through youtube video-lists

ABSTRACT

Stoichiometry is generally seen by students as one of the most difficult subjects to understand. This has been observed through our experience as high school teachers in public and private schools in Brazil. We have realized that new teaching resources are needed to minimize such difficulties, assisting both the teaching and learning process. Teaching materials produced by teachers themselves must be more efficient, as they portray the school reality itself, making teaching, in a certain way, personalized. In addition, these classroom materials must be made available online in order to serve the largest possible number of students. This work involves the creation of an educational product, presented as an audiovisual resource, as it brings very efficient elements to the teaching and learning process, such as movement, colors and sounds. In the Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), we created a YouTube channel, which presents the solution of stoichiometry exercises of increasing difficulty level. The videos were recorded on a smartphone and edited using free software, in a process that can be reproduced by any teacher with internet access. Thus, our work mainly aims to develop such materials to serve as inspiration for teachers to create their own classroom materials, based on the school reality in which they are inserted. Questionnaires were applied before and after the use of the material and the data collected were analyzed from the perspective of Bardin's content analysis. The material presented excellent results in terms of improving the learning of stoichiometry, results verified through a pre- and post-test, as well as a questionnaire on the students' impression of the material produced.

KEYWORDS: Chemistry teaching; Stoichiometry; Audiovisual resources.

Introdução

A importância da estequiometria para a aprendizagem de química pode ser defendida a partir de uma perspectiva integrativa, tendo em vista que esse tema está fortemente relacionado aos demais conteúdos da disciplina e tem suas aplicações em diferentes contextos (Cirilo & Colagrande, 2023). Estudantes do ensino médio e superior consideram os conceitos de estequiometria como complexos e difíceis (Sousa Silva, Bertini & Alves, 2018). Além disso, uma série de pré-requisitos são necessários para a interpretação de problemas (Le Marie et al., 2018). Tais dificuldades estão relacionadas à necessidade de domínio das linguagens matemática, física e química, bem como da compreensão de leitura na resolução de problemas que envolvam cálculos estequiométricos (Raupp, Haupt, Bentlin, Gomes & Rockenbach, 2023). Assim, em sala de aula, há uma demanda para dedicar tempo à revisão desses conceitos, tempo que poderia ser dedicado à resolução de problemas (Fernandes, 2019). Como consequência, há um grande número de alunos com baixo desempenho na resolução de problemas estequiométricos, pois é necessário resolver uma série de subproblemas como fórmulas empíricas, porcentagem de massa ou equações de balanceamento químico (Rosa, Corrales, Nguyen & Atkinson, 2022). Além disso, por esse motivo; Gulacar Gulacar, Overton, Bowman & Fyneweever (2013) chegaram a afirmar que tem sido uma pedra no sapato de alunos e professores desde sua introdução; alunos com dificuldades para aprender o assunto e professores com dificuldades para ensiná-lo da melhor maneira possível. O ensino da estequiometria enfrenta inúmeros problemas tanto no ensino básico quanto no superior, que vão desde a falta de preparo dos professores na implementação de práticas pedagógicas que possam levar os alunos a compreender os conceitos abstratos envolvidos até a dificuldade nos cálculos matemáticos por parte dos alunos. Portanto, é urgente criar metodologias que visem resolver as dificuldades apresentadas, para que seja possível facilitar o processo de aprendizagem e tornar o estudo desse conteúdo menos traumático. Muitas estratégias de ensino foram elaboradas com o objetivo de obter melhores resultados. Essas estratégias têm em comum a tentativa de superar a barreira existente ao pensamento matemático e, a partir daí, tornar o tempo dedicado às aulas voltado para a compreensão dos conceitos estequiométricos. Por exemplo, criação de algoritmos, atividades instrucionais guiadas por planilhas e gráficos, uso de mídias, recursos digitais e jogos (Fernandes, 2019; Gulacar, Mann, Mann & Vernoy, 2022).

Com o objetivo de compreender as dificuldades na aprendizagem de conceitos estequiométricos, e desenvolver um produto educacional que contribua para a superação de tais dificuldades, este trabalho apresenta um produto educacional desenvolvido como parte da pesquisa do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). A análise da aplicação da estratégia de ensino desenvolvida na forma de uma Vídeo-lista é apresentada como um estudo de caso realizado com alunos do Ensino Médio de uma escola da região metropolitana de Porto Alegre.

Tecnologias digitais e o contexto educacional

A revolução digital desencadeou muitos desenvolvimentos e inovações em vários campos. Atualmente, temos alunos da chamada Geração Z (GenZ) em

nossas salas de aula. Nascida com conectividade quase infinita, a Geração Z é muito ativa na internet (Persada et al., 2020). As escolas precisam estar abertas a inovações educacionais, tanto em termos de conteúdo quanto de metodologias (Hirdes et al., 2006). Em geral, os professores são responsáveis por trazer isso (Jong, 2019) e, além disso, é extremamente urgente reconhecer o potencial das tecnologias digitais (TD) no contexto educacional, resultando em diferentes oportunidades para os alunos e expandindo os limites da sala de aula (Gabini & Silva Diniz, 2009; Henderson, Selwyn & Aston, 2017). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), estima-se que 92,1% da população brasileira tenha acesso frequente à Internet. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (IBGE, 2022), 92,2% dos estudantes utilizaram a internet nos últimos 3 meses, ante 85,9% da população em geral. No entanto, quando se considera o sistema de ensino, há uma diferença no uso. No sistema privado, a taxa foi de 98,4%, enquanto no sistema público foi de 84,0%. No entanto, dados coletados durante a pandemia da COVID-19 mostraram que menos da metade dos estudantes matriculados na rede pública de ensino, em vários estados, tiveram acesso às aulas virtuais (IBGE, 2021). Por isso, é importante que esses dados sejam levados em consideração no planejamento de atividades em que seja feito um levantamento da realidade de cada aluno.

Os alunos utilizam os TDs que lhes são convenientes para acessar materiais audiovisuais, por isso utilizamos um smartphone para produzir os vídeos. Essas TDs atuam como mediadoras do processo de ensino e aprendizagem, o acesso e o compartilhamento de informações têm se intensificado por meio do ambiente digital, além de quebrar as barreiras locais e temporais de uma sala de aula (Nichele, 2016). Existem inúmeros canais no YouTube® relacionados à educação básica, incluindo o ensino de química, mas uma reclamação recorrente dos alunos está relacionada à duração dos vídeos, que em sua maioria são longos. Isso é semelhante ao que acontece na sala de aula invertida, onde o desafio está principalmente relacionado à duração dos vídeos (Al-Samarraie, Shamsuddin & Alzahrani, 2020). A Geração Z é comumente descrita como instantânea e tem um ritmo de vida mais rápido; no entanto, essas características não são necessariamente um problema, na verdade, podem ser vistas como um efeito positivo da Web 2.0 (Persada et al., 2020). Dessa forma, acredita-se que a produção de vídeos curtos seja uma forma atrativa e eficiente de abordar conceitos. Mesmo que seja possível pausar um vídeo longo até que a parte desejada seja encontrada, a demanda por tempo e paciência é alta, muitas vezes fazendo com que os alunos desistam de assistir ao vídeo inteiro.

Preparação para o desenvolvimento e aplicação do produto educacional

As etapas de desenvolvimento e implementação (O produto educacional completo pode ser acessado por meio do link: <http://hdl.handle.net/10183/218101>) são descritas abaixo.

1. Aplicação de um questionário inicial sobre a percepção do conteúdo de estequiometria para 64 alunos e concluintes do ensino médio de uma escola da região metropolitana de Porto Alegre;
2. Criação e aplicação de uma lista de problemas de estequiometria (Tabela 1);

3. Criação de um canal com as vídeo-listas de soluções e acesso ao canal para alunos;
4. Criação e aplicação de uma lista de exercícios semelhante à primeira (Tabela 2) após assistir aos vídeos;
5. Questionário sobre a percepção dos alunos sobre o produto educacional.

Questionário inicial

O questionário intitulado “Avaliação da percepção dos alunos sobre o conteúdo de estequiometria” foi realizado com o objetivo de buscar possíveis indicadores quanto às dificuldades apresentadas, ou não, no conteúdo de estequiometria desenvolvido durante o ensino médio, na disciplina de Química. Este questionário foi elaborado por meio da plataforma Google Forms e foi disponibilizado aos alunos (53) do 2º ano, 3º ano e (40) concluídos, de uma escola particular localizada em uma cidade da Região Metropolitana de Porto Alegre, por meio do aplicativo WhatsApp. O questionário continha quinze questões objetivas, três questões discursivas e duas questões em que é possível escolher mais de uma resposta e foi respondido por 64 alunos. O objetivo foi verificar (i) quais pontos de maior dificuldade quanto ao conteúdo, (ii) quais ferramentas eles costumam utilizar, (iii) quais ferramentas eles acreditam ser mais eficazes para melhor aprendizagem do conteúdo de estequiometria e (iv) quais recursos eles costumam utilizar para estudar fora da sala de aula. As questões 2 a 12, bem como 14 e 15 foram apresentadas utilizando a escala Likert de 5 pontos [1 - Discordo Totalmente], [2 - Discordo], [3 - Neutro], [4 - Concordo] e [5 - Concordo Totalmente] conforme descrito abaixo:

- 1) Qual é o seu nível de escolaridade?
 - a) 2º ano
 - b) 3º ano
 - c) Concluinte
- 2) Dentre todo o conteúdo de Química do ensino médio, o que considero mais difícil de aprender é a estequiometria.
- 3) Achei fácil resolver questões envolvendo estequiometria durante o ensino médio.
- 4) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em interpretar a afirmação. Por quê?
- 5) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em balancear a equação química fornecida.
- 6) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em escrever a equação química quando ela não é fornecida. Por quê?
- 7) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em identificar os dados fornecidos pelo exercício. Por quê?
- 8) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em realizar as conversões de unidades necessárias.
- 9) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em converter mols em massa.
- 10) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em converter mols em moléculas.

- 11) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em converter mols em átomos.
- 12) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em converter mols em volume.
- 13) Estou ciente de que posso relacionar outras unidades de medida que não envolvem apenas mols.
 - a) Concordo
 - b) Discordo
- 14) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em estabelecer a regra de três.
- 15) Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em resolver a regra de três matematicamente.
- 16) Qual seria uma solução possível para aprender estequiometria?
 - a) Aplicativos de smartphones
 - b) Jogos para smartphones
 - c) Jogos de Computador
 - d) Vídeos curtos no YouTube
 - e) Apostilas
 - f) Aulas extra de forma presencial com o professor
 - g) Aulas extra de forma online com o professor
- 17) Como você costuma estudar, em geral?
 - a) Leio sobre o conteúdo de um livro ou apostilas.
 - b) Leio sobre o conteúdo em materiais disponíveis na internet.
 - c) Assisto a vídeos no YouTube sobre o assunto.
 - d) Faço exercícios com algum material físico, como um livro ou apostila.
 - e) Eu faço exercícios com algum material disponível na internet.
 - f) Apenas assisto a aula do meu professor.
 - g) Faço resumos.

Preparação do produto educacional

Com base nos resultados obtidos no questionário inicial, foi escolhido um produto educacional que estivesse em consonância com o item mais votado “vídeos curtos no YouTube” (conforme pode ser observado na Figura 3) como uma possível solução para melhorar o aprendizado da estequiometria. Os vídeos foram gravados usando um smartphone, utilizando uma iluminação auxiliar e um suporte em formato de tripé para o smartphone (Figura 1). O áudio foi capturado no momento da gravação dos vídeos usando os fones de ouvido do próprio smartphone.

Figura 1.

Equipamentos usados para a gravação dos vídeos.



Fonte: Autoria própria (2024).

Assim, foi criado o Canal “SOS Química” no YouTube® (Figura 2) para divulgação dos vídeos, uma vez que vídeos com resoluções de exercícios nas redes sociais têm sido apontados como uma ferramenta utilizada pelos alunos (Rospigliosi, 2019; Hight, Nguyen & Su, 2021).

Figure 2.

Página inicial do canal “SOS Química”.



Fonte: Autoria própria (2024).

As resoluções foram gravadas no modo paisagem, no qual somente a mão da professora estará visível, com o objetivo de concentrar a atenção do aluno inteiramente na resolução do exercício. Além disso, foram utilizadas canetas coloridas para destacar as diferentes informações, como balanceamento, cálculos extras, massas molares das substâncias e a própria regra de três. Os vídeos foram editados utilizando a versão gratuita do aplicativo Wondershare Filmora 9. Após a

gravação, os vídeos foram editados e disponibilizados no YouTube® no Canal “SOS Química”.

A lista de exercícios sobre estequiometria foi cuidadosamente elaborada para superar as principais dificuldades de aprendizagem apontadas na literatura na área do ensino de química: compreensão das linguagens da química, física e matemática (Le Marie et al., 2018) e compreensão leitora. Essas dificuldades afetam a aprendizagem das ciências, que deriva de uma rede de conhecimentos da qual a capacidade de leitura faz parte. Uma leitura que não promova a compreensão das informações representa um obstáculo à alfabetização científica (Sanmartí, 2010). Com base na experiência docente dos pesquisadores no ensino médio, foi possível observar que quanto maior o enunciado, menor a taxa de acerto da questão. Essa percepção é corroborada por pesquisadores em ensino de química que descrevem que a leitura dos enunciados exige compreensão leitora para identificar corretamente as substâncias químicas, quantidades e proporções apresentadas para a correta montagem da equação química e seu respectivo balanceamento. Na etapa de planejamento, é necessário configurar procedimentos matemáticos com base na interpretação do enunciado para finalmente realizar os cálculos (Cotes & Cotuá, 2014; González-Sánchez et al., 2014). Por esses motivos, a lista é constituída por uma única equação química, que representa a fermentação da glicose em etanol e gás carbônico, e a partir disso, foram criadas questões que envolviam relações entre massa, número de mols, quantidade de moléculas, etc. (ver Tabela 1). Inicialmente, os alunos resolveram essa lista (Lista 1). Posteriormente, receberam uma cópia da solução para que pudessem corrigir a Lista 1 assistindo aos vídeos no Canal. Essa mesma lista está no canal em forma de playlist organizada para desenvolver os cálculos expostos na Tabela 1, partindo do seguinte problema: Responda às questões referentes à fermentação da glicose que ocorre segundo a seguinte equação balanceada:



Tabela 1

Cálculos estequiométricos da Lista 1 e links para as vídeo-listas.

| Enunciado | Link | Relação |
|---|---|---------------|
| Qual a quantidade de álcool etílico, em gramas, que será produzido a partir da fermentação de 18 kg de glicose? | https://youtu.be/X3AxBnMt57o | Massa x massa |
| Quantos mols de gás carbônico serão produzidos a partir da fermentação de 15 mols de glicose? | https://youtu.be/Rvar-ZQLzI8 | Mol x mol |
| Qual a quantidade de glicose, em kg, necessária para produzir 700 kg de álcool etílico? | https://youtu.be/Lci3TnmozDg | Massa x massa |
| Qual a massa de glicose necessária para produzir 15 mols de etanol? | https://youtu.be/LKxDHtr_xj8 | Massa x mol |

| | | |
|--|---|---------------------|
| Quantas moléculas de gás carbônico são produzidas a partir de 180 kg de glicose? | https://youtu.be/7e_73-4aYWY | Moléculas x massa |
| Quantos átomos de carbono provenientes da glicose são necessários para produzir 5 mols de gás carbônico? | https://youtu.be/Wz4gTe5v6EQ | Átomos x mol |
| Calcule a quantidade de álcool etílico, em gramas, que será produzido a partir de 25 kg de glicose, considerando rendimento de 75%. | https://youtu.be/kbP_VK26PVw | Rendimento |
| Calcule a quantidade de álcool etílico, em kg, que será produzido a partir de 50 kg de glicose que apresenta 10% de impurezas na sua composição. | https://youtu.be/A87Wn0o2Feg | Pureza |
| Calcule a quantidade de álcool etílico, em kg, que será produzido a partir de 100 kg de glicose que apresenta 25% de impurezas, considerando um rendimento de 80%. | https://youtu.be/G5LnwjH6148 | Rendimento e Pureza |

Fonte: Autoria própria (2024).

Após resolver a Lista 1 e assistir à lista de vídeos, foi aplicada uma nova lista (apresentada na Tabela 2) com a questão “Responda às questões referentes à combustão do etanol (álcool etílico) conforme a equação balanceada abaixo:”

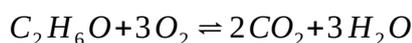


Tabela 2

Cálculos estequiométricos da Lista 2.

| Enunciado | Relação |
|---|-------------------|
| Qual a quantidade de álcool etílico, em gramas, que será necessário para produzir 88 kg de gás carbônico? | Massa x massa |
| Quantos mols de água serão produzidos a partir da combustão de 12 mols de etanol? | Mol x mol |
| Qual a massa de etanol necessária para produzir 15 mols de gás carbônico? | Massa x mol |
| Quantas moléculas de gás carbônico são produzidas a partir de 60 kg de etanol? | Moléculas x massa |
| Quantos átomos de carbono provenientes do etanol são necessários para produzir 5 mols de gás carbônico? | Átomos x massa |
| Calcule a quantidade de gás carbônico, em gramas, que será produzido a partir de 10 kg de etanol, considerando rendimento de 85%. | Rendimento |
| Calcule a quantidade de água, em kg, que será produzida a partir de 50 | Pureza |

kg de etanol que apresenta 20% de impurezas na sua composição.

Fonte: Autoria própria (2024).

Questionário sobre percepções do produto educacional

Após o preenchimento da Lista 2, os alunos receberam um questionário para avaliação, contendo as seguintes questões, com questões de 1 a 5 em uma escala Likert de 5 pontos: [1 - Discordo Totalmente], [2 - Discordo], [3 - Neutro], [4 - Concordo] e [5 - Concordo Totalmente].

- 1) Os vídeos são apresentados em linguagem clara e fácil de entender.
- 2) Os vídeos apresentam conceitos que eu não conhecia ou não lembrava.
- 3) Os exercícios resolvidos nos vídeos me ajudaram a entender os conceitos.
- 4) Consegui resolver a maioria dos exercícios sem dificuldade.
- 5) O material (lista de exercícios e vídeos) me ajudou a entender melhor o conteúdo da disciplina.
- 6) Marque o tópico que foi mais fácil para você:
 - a) Relação entre massa e massa
 - b) Relação entre mol e massa
 - c) Relação entre mol e mole
 - d) Relação entre massa e moléculas
 - e) Relação entre massa e átomos
- 7) Marque o tópico que foi mais difícil para você:
 - a) Relação entre massa e massa
 - b) Relação entre mol e massa
 - c) Relação entre mol e mole
 - d) Relação entre massa e moléculas
 - e) Relação entre massa e átomos
- 8) Marque o tópico que foi mais difícil para você:
 - a) Pureza dos reagentes
 - b) Rendimento da reação
 - c) Quando tanto pureza como rendimento aparecem na mesma reação.
- 9) Ao final de todo o processo, tive um desempenho satisfatório no conteúdo de estequiometria?
 - a) Sim
 - b) Não

Resultados e Discussões

Questionário com os alunos para identificar dificuldades e possíveis ferramentas

Os resultados obtidos com este questionário “Avaliação da percepção dos alunos sobre o conteúdo de estequiometria”, respondido por 64 alunos, que teve como objetivo avaliar a percepção deles sobre o conteúdo de estequiometria, mostraram que dentre todos os conteúdos estudados por eles, a estequiometria é vista pela maioria como sendo o mais difícil. Por exemplo, para a questão:

“Dentre todos os conteúdos de Química do Ensino Médio, o que considero mais difícil foi a estequiometria”, 45,3% dos votos foram para [3 - Concordo] e 10,9% para [4 - Concordo Totalmente]. Este resultado está em consonância com as experiências vividas pelos professores em sala de aula e com pesquisas que abordam este tema. Para a questão “Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade para interpretar o enunciado”, a alternativa [3 - Concordo] recebeu 50% dos votos e [4 - Concordo Totalmente] outros 25%, indicando que a grande maioria dos alunos relata dificuldades para resolver questões de estequiometria. Analisando as respostas fornecidas, para as questões podemos categorizar três principais motivos para as dificuldades na estequiometria: problemas de compreensão leitora, compreensão da linguagem química e compreensão da linguagem matemática e física.

1. Problemas com compreensão leitora

A leitura dos enunciados requer habilidades de compreensão leitora para que se possa identificar corretamente as substâncias químicas, as quantidades e proporções apresentadas e os tipos de grandezas envolvidas na montagem da equação química, bem como seu respectivo balanceamento da equação química e montagem do cálculo a ser realizado (Cotes & Cotuá, 2014; González-Sánchez et al., 2014). Ao analisar as produções escritas dos alunos (Tabela 3), foi possível identificar claramente a relação estabelecida com a habilidade de compreensão leitora.

Tabela 3

Trechos de respostas categorizadas como dificuldades de compreensão leitora.

| Estudante | Declaração |
|--------------|---|
| Estudante 11 | Porque não entendo com clareza o que a questão está pedindo. |
| Estudante 12 | Muitas vezes é difícil entender o que o exercício realmente quer, porém eu sigo sempre uma ordem o que facilita, afinal os exercícios têm um padrão. |
| Estudante 40 | Acredito que por uma questão mais pessoal em relação a facilidade. Para mim os cálculos são mais fáceis de entender do que a parte de interpretação em português. |
| Estudante 38 | Pois, em algumas questões, o enunciado se encontra com muitos dados inúteis que acabam por se confundir com os dados necessários. |
| Estudante 40 | Em geral acredito que os dados sejam bem específicos e quando não são, eu acabava errando por conta da interpretação. |
| Estudante 42 | Porque a maioria dos enunciados traz informações desnecessárias que complicam e nos induzem ao erro. |
| Estudante 43 | Pois o enunciado era a parte mais difícil para colocar a questão em prática. |
| Estudante 48 | Em alguns enunciados sim, pois não sou muito boa de interpretação. Minha maior dificuldade é pegar o fio da meada, depois consigo. Às vezes fico confusa, porém acho que estou conseguindo lidar melhor com isso. |
| Estudante 51 | Porque o enunciado eu entendia, mas não conseguia formular a conta |

a partir dele.

Estudante 26

Às vezes é difícil saber por onde começar.

Estudante 31

Por falta de interpretação, essa sempre foi a maior dificuldade depois que conseguia passar para o papel, daí dava tudo certo.

Fonte: Autoria própria (2024).

Os principais resultados indicam que, na visão dos alunos, as afirmações podem ser confusas, extensas e conter informações desnecessárias, dificultando a compreensão do problema a ser resolvido. Alguns consideram que a afirmação pode não fornecer informações suficientes sobre a reação, como os reagentes envolvidos, os produtos formados ou as condições da reação, o que dificulta a escrita da equação. Há menção à dificuldade em relacionar os dados da afirmação aos conceitos de estequiometria e aos cálculos necessários para a solução. Em outras palavras, a capacidade de identificar quais informações da afirmação são relevantes para o problema e quais podem ser descartadas é crucial para o sucesso da resolução. No entanto, os alunos confundem isso com “muita informação” ou presença de “informações desnecessárias”. De fato, um enunciado elaborado pode confundir os alunos e desviá-los dos dados relevantes para a resolução do problema. No entanto, alguns alunos admitem desatenção ao ler o enunciado, o que pode levar à interpretação errônea das informações e à perda de dados importantes.

2. Compreensão da linguagem química

A falta de compreensão da linguagem química e de conceitos básicos, bem como concepções alternativas sobre reações químicas (Batinga & Teixeira, 2014) podem contribuir para a dificuldade na resolução de problemas. Da mesma forma, um foco matemático em detrimento de uma interpretação química, o que pode levar a uma mecanização dos procedimentos de resolução de problemas (Costa & Souza, 2013).

A dificuldade de abstração e transição entre níveis de representação da matéria; a falta de compreensão do número de Avogadro, a falta de compreensão dos conceitos de quantidade de matéria e mol, em especial, podem estar relacionadas à confusão dos termos mol, molécula, molar, bem como à confusão entre o uso de índices e coeficientes (Sanger, 2005). Todos esses fatores influenciam na capacidade de montar equações e realizar o balanceamento correto para que seja possível resolver cálculos estequiométricos. Por meio da análise das produções escritas dos alunos (Tabela 4), foi possível extrair trechos que representam as dificuldades apontadas com a linguagem química.

Tabela 4

Trechos de respostas categorizadas como dificuldade em linguagem química.

| Estudante | Declaração |
|-------------|---|
| Estudante 6 | Tenho dificuldade ao montar a equação quando ela não vem pronta. Também tenho dificuldade quando o exercício pede dados contrários do que estamos acostumados a resolver. |
| Estudante 3 | Os conteúdos básicos da química não foram completamente |

| | |
|--------------|--|
| | aprendidos e assimilados. |
| Estudante 6 | Às vezes a questão dá o nome popular da substância e não o nome químico, onde sabemos a união do cátion + ânion pela tabela. |
| Estudante 16 | Pois é necessário lembrar de conteúdos passados, mas novamente, após a realização de mais exercícios fui relembando. |
| Estudante 20 | Porque tinha dificuldades às vezes com os elementos da equação que não estavam presentes no enunciado, mas são intrínsecos àquela determinada reação. |
| Estudante 33 | É chato decorar as fórmulas e seus nomes. |
| Estudante 40 | No início do estudo, no primeiro ano, a equação química não me fazia sentido se não fosse a formação de um sal, mas após entender mais como funcionava as formações de outras substâncias tudo se tornou bem fácil, foi questão de estudar e entender diversos exemplos. |
| Estudante 62 | Porque as nomenclaturas de alguns compostos são diferentes da nomenclatura padrão estabelecida pela IUPAC ou eu só esquecia e/ou me confundia mesmo. |
| Estudante 1 | Achava muito difícil entender o que exatamente a questão queria, as proporções, as unidades de medida, etc. |
| Estudante 57 | Dificuldades quanto à nomenclatura e fazer o desenho. |
| Estudante 30 | Às vezes alguns enunciados têm muitas informações e dados, e isso acaba me atrapalhando e muitas vezes não sei qual deles usar. |
| Estudante 20 | Porque eram de interpretação simples a maioria, se a leitura do enunciado fosse com atenção. |

Fonte: Autoria própria (2024).

Podemos destacar nesta categoria a dificuldade em identificar e interpretar a nomenclatura das substâncias e as unidades de medida utilizadas nos enunciados; também é um ponto frequente para os alunos relatarem dificuldade em lembrar as fórmulas químicas dos compostos e em associá-las aos seus nomes usuais ou populares, o que impede a escrita correta da equação. Essa falta de conhecimento da nomenclatura química pode dificultar a identificação dos compostos mencionados no enunciado e, conseqüentemente, dos dados a eles relacionados. Na perspectiva do aluno, a nomenclatura química dos compostos inorgânicos inclui uma série de regras e situações complexas que envolvem conceitos desconhecidos, como estados de oxidação de metais de transição e íons poliatômicos (Wirtz, Kaufmann & Hawley, 2006).

3. Compreensão da linguagem matemática e física

A falta de base matemática e as dificuldades no manuseio de técnicas matemáticas (Costa & Souza, 2013, Santos & Silva, 2014) impactam as habilidades de resolução de problemas estequiométricos e, associadas à linguagem química, trazem uma complexidade própria que pode impedir os alunos de utilizar operações matemáticas simples para resolvê-los (Le Marie et al., 2018). Além da dificuldade com a linguagem física referente às diferentes grandezas utilizadas na resolução de problemas estequiométricos, fica evidente que os alunos muitas vezes decoram as fórmulas e definições, sem compreender os conceitos subjacentes necessários para trabalhar com unidades abstratas de

medida (Marais & Combrinck, 2009). Como exemplo, podemos citar o conceito de mol ou quantidade de matéria (Fang, Hart & Clarke, 2014) e cálculos envolvendo a constante de Avogadro (Pekdağ & Azizoğlu, 2013), que são questões relatadas em diversos pesquisadores. Cárdenas & Antonio (2006) destacam a sobrecarga de instruções na memória de trabalho e a familiaridade insuficiente com as operações básicas necessárias para resolver o problema. Os trechos contidos na Tabela 5 traduzem essas dificuldades apontadas na literatura quanto à linguagem matemática e física.

Tabela 5

Trechos de respostas categorizadas como dificuldades na linguagem matemática e física.

| Estudante | Declaração |
|--------------|--|
| Estudante 4 | Relacionar diversos dados em diferentes unidades e interpretar para que cada dado deveria ser utilizado no cálculo. |
| Estudante 1 | Achava muito difícil entender o que exatamente a questão queria, as proporções, as unidades de medida, etc. |
| Estudante 10 | As vezes confundo as informações e me atrapalho para montar a regra de três. |
| Estudante 7 | Tenho dificuldade em interpretação num geral, mas às vezes me confundo com a nomenclatura de determinada substância ou então unidades de medida. |
| Estudante 22 | Alguns enunciados não são tão claros assim, em questão de substâncias, unidades e etc. |
| Estudante 34 | Os erros são mais comuns na hora de fazer os cálculos. |
| Estudante 55 | Sentia dificuldade em relacionar o enunciado com os cálculos necessários para a resolução. |

Fonte: Autoria própria (2024).

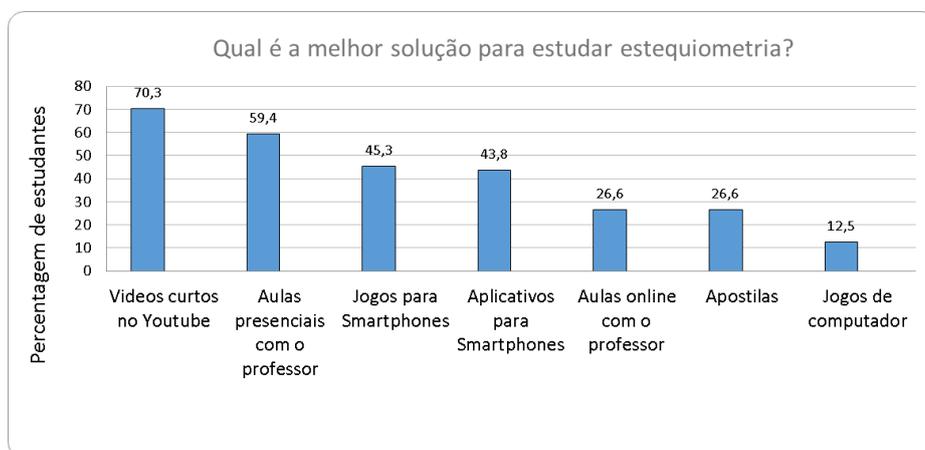
Nesta categoria, destacamos a dificuldade identificada quanto à tradução das informações do enunciado para uma linguagem matemática adequada à resolução do problema. Além disso, observa-se a falta de domínio de operações matemáticas básicas, e saber manipular equações químicas são habilidades essenciais para a resolução de problemas de estequiometria. Há menção também à dificuldade na interpretação de unidades de medida, decorrente da falta de familiaridade com as unidades de medida que pode gerar confusão e dificuldade na manipulação correta das grandezas. Nos trechos escritos pelos alunos, observamos a falta de domínio de conceitos como massa molar, mol, o que pode dificultar a identificação dos dados que representam essas grandezas no enunciado e pode gerar confusão e dificuldade na identificação dos dados relevantes.

Visões dos alunos sobre possíveis formas de superar as dificuldades e possíveis ferramentas

Quando perguntados sobre qual seria uma possível solução para o aprendizado da estequiometria, a opção “vídeos curtos no YouTube[®]” recebeu o maior número de respostas, como pode ser observado na Figura 3, seguida de aulas extras com o professor, o que, infelizmente, é difícil de ser realizado dentro da realidade da educação brasileira. Jogos e aplicativos para smartphones aparecem em seguida, demonstrando a importância das mídias digitais para o aprendizado dos estudantes do ensino médio atualmente. Além de ser um valioso recurso didático para os alunos da educação básica, que são nativos digitais.

Figura 3.

Possíveis soluções para melhorar a aprendizagem em estequiometria.

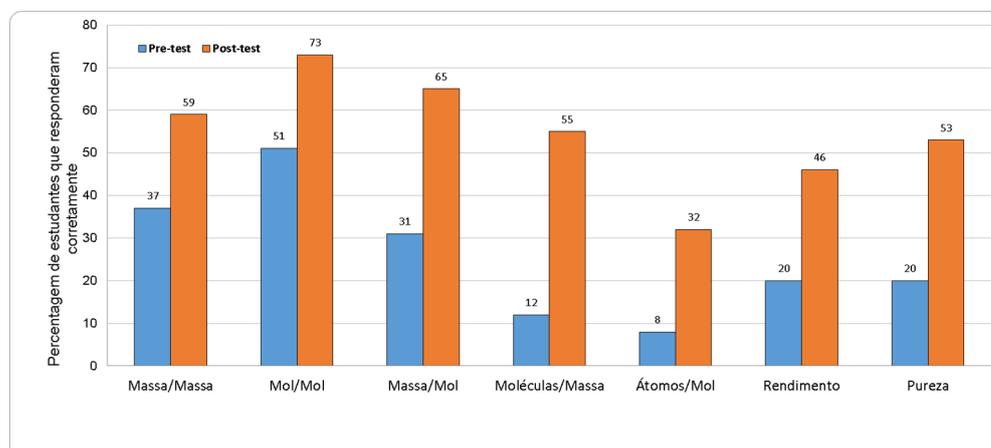


Fonte: Autoria própria (2024).

Avaliamos o produto educacional por meio de uma análise comparativa entre o desempenho nas questões pré e pós-questionário. A Figura 4 mostra os resultados antes e depois da aplicação dos vídeos, sendo notável a diferença entre eles. As resoluções dos vídeos foram essenciais para melhorar os resultados nos exercícios aplicados posteriormente.

Figura 4

Porcentagem de respostas corretas para cada questão da lista antes e depois de assistir aos vídeos.



Fonte: Autoria própria (2024).

Em geral, para questões sobre as relações entre as grandezas de reação (veja a última coluna da Tabela 1 para a relação completa), mais de 60% dos alunos indicaram que não tiveram dificuldade em converter unidades, para a questão “Ao resolver questões de estequiometria, tive dificuldade em converter mols em átomos”. A alternativa [4-Concordo] recebeu 54,7% dos votos e [5-Concordo Totalmente] outros 9,4%, indicando que a quantidade de moléculas e átomos das substâncias na reação é uma dificuldade para os alunos.

Questionário de Avaliação de Produto Educacional

Foi aplicado um questionário com cinco questões utilizando a escala Likert [1-Discordo Totalmente], [2-Discordo], [3-Neutro], [4-Concordo] e [5-Concordo Totalmente] e quatro questões de múltipla escolha aos alunos que participaram da etapa anterior, sendo respondido por 38 alunos do primeiro ano do ensino médio.

Inicialmente, para a afirmação “Os vídeos apresentam linguagem clara e de fácil compreensão”, todos os alunos concordaram e marcaram 4 (23,7%) e 5 (78,3%) como resposta na escala Likert, indicando claramente que a linguagem dos vídeos era de fácil compreensão para todos os alunos. Quanto à afirmação “Os vídeos apresentam conceitos que eu não sabia ou não lembrava”, as respostas foram 28,9%; 7,9%; 10,5%; 42,1% e 10,5%; respectivamente para as escalas Likert de 1 a 5, demonstrando que mais da metade dos alunos concorda com essa afirmação. Em relação ao papel da lista de vídeos, todos os alunos pontuaram 4 (23,7%) ou 5 (76,3%) na escala Likert para a afirmação “Os exercícios resolvidos em vídeo auxiliaram na compreensão dos conceitos”, indicando que os vídeos auxiliaram na resolução dos exercícios. Em relação às questões de múltipla escolha, as relações massa/átomo e massa/molécula (veja a lista completa na última coluna da Tabela 1) receberam 36,8% cada quando perguntadas sobre qual apresentava maior dificuldade, indicando que a transformação entre massa e o número de entidades participantes da reação são as principais dificuldades. Dessa forma, a maioria dos alunos concorda que os vídeos têm linguagem acessível e que auxiliaram na compreensão dos conceitos de estequiometria. O uso desse material facilitou o processo de aprendizagem dos alunos, conforme eles mesmos relataram no questionário aplicado ao final de todo o processo. Especificamente na questão “O material (lista de exercícios e vídeos) me ajudou a entender melhor o conteúdo da disciplina”, mais de 90% dos alunos concordaram que o material contribuiu para uma melhor compreensão do conteúdo de estequiometria.

Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo abordar as dificuldades na aprendizagem de conceitos de estequiometria e desenvolver um produto educacional para auxiliar na superação de tais dificuldades. A análise dos resultados preliminares indica que as dificuldades dos alunos estão relacionadas principalmente à interpretação dos enunciados e à falta de domínio das

linguagens da química, física e matemática. Tais dificuldades são semelhantes às que vêm sendo apontadas por pesquisadores da área de ensino de química ao longo dos anos.

A partir dessas considerações, apresentamos o desenvolvimento e a aplicação de um produto educacional no formato de um canal do YouTube com vídeo-listas para resolução de problemas em estequiometria, uma vez que esse tipo de recurso foi indicado pelo grupo de alunos como o mais utilizado para estudos extracurriculares. Os resultados obtidos indicaram avanços no processo de aprendizagem dos alunos, tanto quando analisamos o desempenho na Lista 1 (pré-aplicação do produto educacional) quanto na Lista 2 (pós-aplicação do produto educacional), quanto pela avaliação da percepção do produto educacional. Sugestões para professores que almejam desenvolver outras estratégias de ensino para superar dificuldades em sala de aula quanto a esse conceito incluem: Dedicar tempo para atividades de revisão de conceitos básicos. Investir no desenvolvimento de enunciados com maior clareza. Utilizar exercícios com enunciados variados, problemas contextualizados e atividades que promovam a análise e interpretação de dados pode ajudar os alunos a desenvolver essa habilidade. Explorar diferentes métodos de resolução de problemas pode ajudá-los a encontrar a estratégia que melhor se adapta ao seu estilo de aprendizagem.

Além disso, vale destacar que, no atual contexto sociocultural, é imperativo investir no desenvolvimento de propostas de ensino que visem utilizar tecnologias digitais que possam promover melhor aprendizagem de conceitos científicos, levando em consideração as características da Geração Z e das gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Daniele Trajano Raupp e Maximiliano Segala gostariam de agradecer ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pelo apoio na participação na 15ª Conferência da European Science Education Research Association (ESERA). Maximiliano gostaria de agradecer à Secretaria de Educação à Distância (SEAD) e Daniele gostaria de agradecer ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciência pelo apoio. A criação do questionário, da lista de exercícios, da edição dos vídeos e da criação do canal no YouTube® contou com a participação da estudante de graduação Diovana da Cruz Henz, bolsista SEAD.

REFERENCES

- Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., & Alzahrani, A. I. (2020). A flipped classroom model in higher education: a review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1017-1051. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>
- Cárdenas, S., & Antonio, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*, 12(03), 333-346. <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v12n03/v12n03a07.pdf>
- Cirilo, R. J. V., & Colagrande, E. A. (2023). Não chorar o leite derramado: uma análise textual discursiva do conhecimento profissional do currículo sobre estequiometria de quatro professores mineiros. *ACTIO: Docência em Ciências*, 8(2), 1-22. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v8n2.16447>
- Cotes, Sandra, & Cotuá, José (2014). Using audience response systems during interactive lectures to promote active learning and conceptual understanding of stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 91(5), 673-677. <https://dx.doi.org/10.1021/ed400111m>
- Costa, Ana A. & Souza, Jorge, R. T. (2013). Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 10(19), 106-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5870419>
- Fang, S. C., Hart, C., & Clarke, D. (2014). Unpacking the meaning of the mole concept for secondary school teachers and students. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 351-356. <http://dx.doi.org/10.1021/ed400128x>
- Fernandes, R. D. S. (2019). Diagnóstico de dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo da estequiometria com estudantes do ensino médio da rede pública estadual do Rio Grande do Sul e proposta de estratégia didática. <http://hdl.handle.net/10183/204681>
- Gabini, W. S., & Diniz, R. E. D. S. (2009). Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. *Ciência & Educação*, 15(02), 343-358. <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v15n02/v15n02a07.pdf>

Gulacar, O., Overton, T. L., Bowman, C. R., & Fynewever, H. (2013). A novel code system for revealing sources of students' difficulties with stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 507-515.

<https://doi.org/10.1039/C3RP00029J>

Gulacar, O., Mann, H. K., Mann, S. S., & Vernoy, B. J. (2022). The Influence of Problem Construction on Undergraduates' Success with Stoichiometry Problems. *Education Sciences*, 12(12), 867.

<https://doi.org/10.3390/educsci12120867>

González-Sánchez, A. M., Ortiz-Nieves, E. L., & Medina, Z. (2014). A hands-on activity incorporating the threefold representation on limiting reactant. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1464-1467.

<https://dx.doi.org/10.1021/ed4003783>

Henderson, M., Selwyn, N., & Aston, R. (2017). What works and why? Student perceptions of useful digital technology in university teaching and learning. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1567-1579.

<https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1007946>

Hight, M. O., Nguyen, N. Q., & Su, T. A. (2021). Chemical anthropomorphism: acting out general chemistry concepts in social media videos facilitates student-centered learning and public engagement. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1283-1289.

<https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01139?ref=pdf>

Hirdes, J. C. R., Souza, J. A., Dandolini, G. A., Mello, J., & Rodrigues, J. M. (2006). Monitoria em vídeo: o uso das novas tecnologias de comunicação no processo de ensino-aprendizagem. EGEM-Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 9. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30948353/CC56-libre.pdf?1392187282=&response>

IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. (2021). Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2021 (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, n. 44). Rio de Janeiro: IBGE.

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101892.pdf>

IBGE. Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios. (2022). Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2022. Rio de Janeiro: IBGE.

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102040_informativo.pdf

IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. (2023). Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2023 (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, n. 53). Rio de Janeiro: IBGE.

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102052.pdf>

IDados. A desigualdade no acesso à internet entre estudantes do ensino básico das redes pública e privada. Retrieved April 27, 2020, from

<https://blog.idados.id/desigualdade-acesso-a-internet-entre-estudantes-do-ensino-basico-das-redes-publica-e-privada/>

- Jong, M. S. Y. (2019). Sustaining the adoption of gamified outdoor social enquiry learning in high schools through addressing teachers' emerging concerns: A 3-year study. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1275-1293. <https://doi.org/10.1111/bjet.12767>
- Le Maire, N. V., Verpoorten, D. P., Fauconnier, M. L. S., & Colaux-Castillo, C. G. (2018). Clash of Chemists: A Gamified Blog to Master the Concept of Limiting Reagent Stoichiometry. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 410-415. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00256>
- Marais, F., & Combrinck, S. (2009). An approach to dealing with the difficulties undergraduate chemistry students experience with stoichiometry. *South African Journal of Chemistry*, 62(1), 88-96. <https://hdl.handle.net/10520/EJC24473>
- Nichele, A. G. (2015). Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e de aprendizagem em Química: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. <https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3754/Aline+Grunewald+Nichele.pdf?sequence=1>
- Pekdağ, B., & Azizoğlu, N. (2013). Semantic mistakes and didactic difficulties in teaching the "amount of substance" concept: a useful model. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(1), 117-129. <https://doi.org/10.1039/C2RP20132A>
- Persada, S., Ivanovski, J., Miraja, B., Nadlifatin, R., Mufidah, I., Chin, J., & Redi, A. (2020). Investigating generation Z' intention to use learners' generated content for learning activity: A theory of planned behavior approach. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(4), 179-194. <https://www.learntechlib.org/p/217235/>
- Raupp, D. T., Haupt, F. T., Bentlin, F., Gomes, C. S., & Rockenbach, L. C. (2023). Aprendizagem Significativa do Conceito de Estequiometria do Reagente Limitante: Resolução de Problemas Envolvendo Receitas Culinárias e Reações Químicas. *Revista Debates em Ensino de Química*, 9(4), 186-205. <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/5603>
- Rosa, V., Corrales, A., Nguyen, Y., & Atkinson, M. B. (2022). Relevance and equity: should stoichiometry be the foundation of introductory chemistry courses?. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(3), 662-685. <https://doi.org/10.1039/D1RP00333J>
- Rospigliosi, P. asher. (2019). The role of social media as a learning environment in the fully functioning university: preparing for Generation Z. *Interactive Learning Environments*, 27(4), 429-431. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1601849>

Sanger, M. J. (2005). Evaluating students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios using a particulate drawing. *Journal of Chemical Education*, 82(1), 131. <https://doi.org/10.1021/ed082p131>

Sanmartí, N. (2011). Leer para aprender ciencias. *Leer. es*, 2-6.

Santos, L. C., & Silva, M. G. L. (2014). Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria/Knowing the difficulties of learning in higher education for the concept of stoichiometry. *Acta Scientiae*, 16(1), 133-152. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/632>

Sousa Silva, L., Bertini, L. M., & Alves, L. A. (2018). Repositórios de objetos de aprendizagem no ensino de estequiometria. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3(3), 43-64. <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/7422>

Wirtz, M. C., Kaufmann, J., & Hawley, G. (2006). Nomenclature made practical: Student discovery of the nomenclature rules. *Journal of Chemical Education*, 83(4), 595. <https://doi.org/10.1021/ed083p595>

Wondershare Technology Co., Ltd, (2020). Filmora (Version 9.5.0.21) Computer software. <https://filmora.wondershare.net>

Recebido: 03 out. 2024

Aprovado: 23 jan. 2025

DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19254>

Como citar:

Segala, M., Raupp, D. T., Santos, S. S. dos, & Czolpinski, A. L. (2025). Aprimorando a aprendizagem em estequiometria por meio de vídeo-lista no youtube. *ACTIO*, 10(1), 1-21.

<https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19254>

Correspondência:

Maximiliano Segala

Instituto de Química da Ufrgs. Av. Bento Gonçalves 9500, Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

