



## Múltiplas interpretações de um poema de química através do dialogismo

### *Multiples interpretations of a chemistry poem by dialogism*

Costa, N. M. S.<sup>1,\*</sup>; Vilar, A. B.<sup>1,2</sup> e Barbosa-Lima, Maria da Conceição Almeida<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Av. Brasil, 4365. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro-RJ, campus Rio de Janeiro. Rua Senador Furtado, 121, Maracanã 20270021 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

<sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Instituto de Física, Rua São Francisco Xavier, 524, 3ª andar- Maracanã, Rio de Janeiro- RJ- Brasil CEP: 20550-013. \*E-mail: [nataliamatos7@gmail.com](mailto:nataliamatos7@gmail.com)

**Resumo:** Neste trabalho, sugerimos um conjunto de palavras ou expressões para preencher as lacunas do poema “Químico Apaixonado”, de Wilmo Ernesto Francisco Junior. Discutimos as possibilidades de preenchimento, lacuna por lacuna, ao mesmo tempo que explicamos brevemente os conceitos químicos envolvidos. Os conteúdos explorados são: reações de combustão, nox, reações de oxirredução, ressonância e modelos atômicos. Cada espaço vazio pode ser completado de infinitas maneiras, pois depende do modo como o leitor interage com o poema. Partimos do pressuposto de que o leitor dialoga com a poesia e tem uma compreensão ativa dela. A criatividade e vivências de cada um são o que influenciará a escolha das palavras que podem preencher as lacunas. Para enriquecer a discussão, foram utilizadas as teorias das treze categorias cognitivas e da metaformação. Uma resposta ao escrito inicial foi feita em forma de outro poema, com termos químicos, acrescentando os conceitos de reação de decomposição e radioatividade. A conversa aqui estabelecida poderá aprimorar o ensino de química, de maneira a aproveitar o conhecimento prévio do educando em uma possível aplicação do poema em sala de aula.

**Palavras-Chaves:** poema; ensino de química; dialogismo; criatividade

**Abstract:** In this paper, we suggest a set of words or expressions to fill in the gaps in the poem “Chemist in Love” by Wilmo Ernesto Francisco Junior. We discuss the possibilities for filling in the gaps, gap by gap, while briefly explaining the chemical concepts involved. The contents explored are: combustion reactions, nox, oxidation-reduction reactions, resonance and atomic models. Each blank space can be filled in innumerable ways, as it depends on how the reader interacts with the poem. We assume that the reader dialogues with the poetry and has an active understanding of it. Each person’s creativity and experiences are what will influence the choice of words to fill in the gaps. To enrich the discussion, the theories of the thirteen cognitive categories and metaformation were used. A response to the initial text was made in the form of another poem, with chemical terms, adding the concepts of decomposition reaction and radioactivity. The conversation established here may improve the teaching of chemistry, to take advantage of the student’s prior knowledge in a possible application of the poem in the classroom.

**Keywords:** poem; teaching of chemistry; dialogism; creativity

### 1. Ponto de partida

Para iniciarmos a discussão, apresentamos o poema “Químico Apaixonado” (Junior, Lopes, 2021), na Figura 1. Ao observar essa figura, verificamos vários conceitos presentes. São eles: reações de combustão, nox, reações de oxirredução, ressonância e modelos atômicos. Os espaços em branco precisam ser preenchidos. Mas será que somente uma palavra ou expressão é válida para cada espaço? Quando um estudante de química, seja do ensino médio ou do ensino superior, lê esse poema, pode pensar em várias possibilidades possíveis de preenchimento das lacunas. Essas possibilidades estão relacionadas ao nível de conhecimento prévio dos educandos, bem como à sua criatividade, que depende da maneira como os estudantes dialogam com o poema. O que iremos discutir a seguir são diferentes formas de completar as lacunas, do ponto de vista dos autores, mas essas maneiras não são as únicas, já que dependem da imaginação do leitor.

**Citação:** Costa, N. M. S. *et al.*, Múltiplas interpretações de um poema de química através do dialogismo. Cad. Fís. UEFS, 22(01):1501.1-14, 2024.

Recebido: 08/01/2024

Aceito: 20/05/2024

Publicado: 19/06/2024



**Copyright:** © 2024 Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

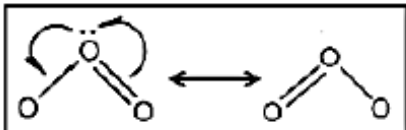


## Químico Apaixonado



Sua presença é " $C_2H_5OH_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(l)}$ " ( ) de sentimento

É explosão de " $C_6H_{12}O_6_{(aq)} + 6 O_{2(g)} \rightarrow 6 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(l)} + ATP$ " ( )

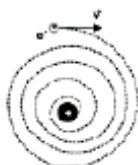
É  ( ) de pensamento

Sinergia

Sua ausência, meu desalento

" $4 Fe_{(s)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 Fe_2O_{3(s)}$ " ( ) o meu ser

Um modelo incompleto,



( )

Impede-me de viver

Morte em pleno deserto

**Figura 1:** Poema "Químico Apaixonado". Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

## 2. Dialogismo de Bakhtin

Todo enunciado é, intrinsecamente, dialógico. Ele existe para o outro, esperando uma reação-resposta do interlocutor. Justamente por ter essa natureza, um enunciado é preenchido de ecos e lembranças de outros enunciados e a comunicação é sempre reestruturada pela vivência individual à medida que o indivíduo interage com os enunciados dos outros (Bakhtin, 1997).

Assim sendo, de acordo com a bagagem que o educando traz consigo de suas experiências pessoais, ele poderá pensar em infinitas maneiras de preencher os espaços em branco, sem distinção de certo e errado. O que é certo, o é de acordo com o ponto de vista de alguém e o isso também vale para o errado. A resposta do aluno ao enunciado da figura 1 é uma atribuição de sentido resultante da sua resignificação através do diálogo que ele estabelece com o poema. Isso vale para os educadores, inclusive os autores desse texto.

## 3. Aspectos da criatividade

De acordo com a criatividade individual, uma mesma ideia pode ser representada de diversos modos. O leitor, como participante ativo da comunicação, pode responder ao poema de tantas maneiras quanto as que imaginar. E, olha só que bom, quanto maior a

quantidade de maneiras que o interlocutor imaginar, maior a possibilidade de ter um insight (Root-Bernstein; Root-Bernstein, 2001) e criar algo, como consequência das releituras de outros enunciados.

Ao abordar especificamente a criatividade, Root-Bernstein e Root-Bernstein (2001) definiram treze categorias cognitivas, as quais:

1. observar e registrar;
2. evocar imagens;
3. abstrair;
4. reconhecer padrões;
5. formar padrões;
6. estabelecer analogias;
7. pensar com o corpo;
8. ter empatia;
9. pensar de modo dimensional;
10. modelar;
11. brincar;
12. transformar;
13. sintetizar

Observando essas treze categorias cognitivas, é possível perceber que a criatividade possui um aspecto multifacetado, podendo resultar em diferentes criações, através por exemplo do teatro, do jogo, da música, da poesia, da prosa, da pintura e tantas outras expressões subjetivas resultantes da complexidade e especificidade de cada ser humano.

Para enriquecer nossa discussão, vamos citar o conceito de metaformação. Metaformar está relacionado a modificar alguma coisa de um significado para outro e é bem útil para promover a criatividade (Siler, 1999). Quando há a ressignificação de algo pelo diálogo, isso pode caracterizar uma metaformação.

A seguir, vamos discutir as possibilidades de preenchimento dos espaços em branco, bem como a(s) categoria(s) cognitiva(s) mais evidente(s) nas interpretações citadas, analisando cada lacuna. Lembrando que, como se trata de criatividade e ressignificação, o leitor é livre para concordar ou não com a(s) categoria(s) cognitiva(s) elencada(s).

#### 4. Primeira lacuna

Sua presença é " $C_2H_5OH_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow \underline{\quad} CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(g)}$ " (                      ) de sentimento

**Figura 2:** Primeira lacuna do poema "Químico Apaixonado". Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

Na primeira linha do poema, a primeira palavra que me vem à mente para preencher a lacuna, como educadora de química, é combustão. Isso é resultado do meu conhecimento prévio da disciplina, que não implica uma ressignificação do saber. No entanto, uma outra palavra que também corresponde ao significado do enunciado, segundo minha interpretação, é explosão. Vou me deter um pouco mais nesta última palavra. A noção do que é uma explosão está conectada ao que eu já vi em filmes, séries e noticiários (nunca presenciei uma explosão de fato). Além disso, mesmo que eu não fosse professora de química, o senso comum nos diz que álcool é uma substância perigosa se exposta ao fogo ou a altas temperaturas. Mas, aqui tem uma questão. Como eu sei que o álcool, em específico o etanol, está presente na primeira linha desse poema? Aí entra novamente o conhecimento prévio, principalmente sobre os símbolos utilizados na química. A química tem uma linguagem própria, simbólica (Jacob, 2001).

Diante dessa minha explanação anterior, percebo duas coisas: o conhecimento do significado de explosão que eu trago comigo é um resultado da interação com o meio (filmes, séries, notícias), isto é, com o outro. A partir dessa troca interativa, internalizei o conceito e a representação mental do conteúdo. Isto está intimamente relacionado com o aprimoramento das funções intelectuais pela interação (Luria, Leontiev, Vygostky et al, 1977).

E qual a outra coisa que pode refletir? Sobre o signo linguístico utilizado na química. Símbolos com significado específico. Eu pude reconhecer o álcool no poema, especificamente o etanol, porque fui capaz de estabelecer um diálogo com o enunciado e produzir uma resposta ativa. Esse diálogo só foi possível porque trago lembranças de outros enunciados, que são elos inseparáveis na comunicação (Bakhtin,1997). Nesse caso, essas lembranças são os conhecimentos dos símbolos.

São possíveis outras palavras nessa lacuna? Pensei em expansão, já que há um número maior de mols de gás nos produtos. Aí podemos apelar para os sinônimos, como ampliação, aumento, crescimento etc. Nesse caso, o significado da frase se mantém muito semelhante em relação àquele com as palavras combustão e explosão, pois uma expansão de sentimento indica que esse sofreu uma modificação intensa com a presença do ser amado.

São possíveis tantas outras palavras que sua criatividade permitir e de acordo com a ressignificação que conseguirá fazer, dependendo da compreensão ativa de cada um. Isso pode levar a diferentes metaformações.

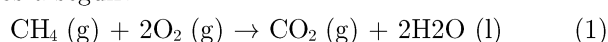
Quanto a categoria cognitiva, evocar imagens parece a mais presente nas múltiplas interpretações conferidas a esse trecho do poema, já que pude acessar tanto a imagem da fórmula molecular do etanol como a figura de uma explosão. Outra categoria que me vem à mente é abstrair, que se relaciona com o fato de perceber a essência de algo. Nesse contexto, todas as palavras que hipoteticamente são cabíveis de preencher o primeiro espaço vazio do poema se encaixam no mesmo significado geral, como se fosse a essência da ideia que o autor desse poema desejou transmitir.

## 5. Segunda lacuna

É explosão de  $C_6H_{12}O_4(l_{aq}) + 6 O_2(g) \rightarrow 6 CO_2(g) + 6 H_2O(l) + ATP$  (\_\_\_\_\_)

**Figura 3:** Segunda lacuna do poema “Químico Apaixonado”. Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

Na Figura 3, é possível perceber uma semelhança com a Figura 2. Se trata também de uma reação de combustão completa, mas existe algo a mais. Uma reação de combustão completa acontece quando um combustível (neste caso, um composto orgânico) reage com oxigênio, liberando CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O (Ridenti, Amorim Pino, 2017), como representado nos exemplos a seguir:



Percebe-se que as equações químicas das Figuras 2 e 3 têm a mesma forma geral das equações químicas representadas em (1) e (2). No entanto, a Figura 3 tem, no produto, algo simbolizado como ATP. Essa sigla representa adenosina trifosfato, molécula que armazena energia para as células (Porto, Rizowy, Cesar, 2015). Tendo esse conhecimento em mente, a primeira palavra que penso para preencher o espaço vazio é energia. Porém, novamente, não é a única possibilidade. E se alguém enxergar a sigla ATP com outro significado? Sob o ponto de vista químico e biológico, desconheço outro significado além do supracitado. No entanto, para o contexto do leitor, a sigla pode ter várias nomenclaturas

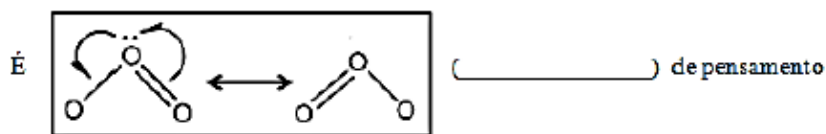
de acordo com a influência do seu meio social e isso pode gerar inúmeras interpretações desse trecho do poema.

Por exemplo, para alguém que não tenha estudado esse assunto em química ou biologia, mas que esteja imerso em um intensivo de aulas de inglês, pode ler ATP como *attention, please* (por que não?). Isso pode levar ao preenchimento da lacuna com a palavra atenção, que por mais que não seja a interpretação mais imediata segundo os conhecimentos químicos e biológicos, é um resultado da reinterpretação do trecho do poema, como um diálogo, uma resposta ativa, influenciada pelo contexto. Essa palavra adquire significado dentro do enunciado.

Uma outra palavra que serve para ocupar o espaço em branco é vida. A geração de ATP é um processo essencial para manutenção da vida das células e, conseqüentemente, do ser vivo. A vida é algo dinâmico, que se transforma, que pulsa. Olhando novamente para o contexto do poema, a presença da paixão do eu lírico é responsável pela explosão de vida, isto é, não uma vida monótona, mas algo intenso.

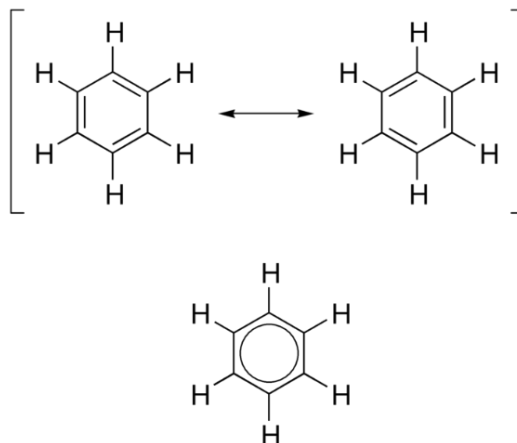
Em um primeiro momento, a categoria cognitiva que aparece é reconhecer padrões, pela percepção da semelhança entre a primeira e a segunda lacuna do escrito pelo padrão de uma reação de combustão completa. A segunda categoria é estabelecer analogias, comparando-se a ATP a vida e a explosão dela a algo forte e alegre.

## 6. Terceira lacuna

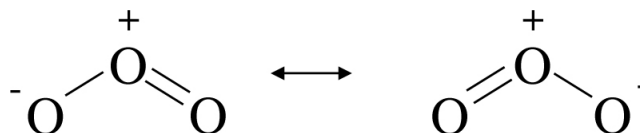


**Figura 4:** Terceira lacuna do poema “Químico Apaixonado”. Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static-sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

Na figura 4, que representa a terceira linha do poema, é possível perceber o fenômeno químico de ressonância. Ela se caracteriza por uma deslocalização de elétrons (Bif, 2019), isto é, o movimento livre de elétrons dentro de uma molécula, sem estarem localizados apenas em uma ligação química. Esse é um assunto explorado no ensino superior. Exemplos de ressonância podem ser encontrados nas Figuras 5 e 6:



**Figura 4:** Estruturas de ressonância do benzeno. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benzene\\_resonance\\_structures.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benzene_resonance_structures.png).



**Figura 6:** Estruturas de ressonância do ozônio. Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ozone\\_resonance\\_structures.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ozone_resonance_structures.jpg)

A palavra ressonância também tem um significado na física. Ela acontece quando um sistema recebe uma frequência forçada muito próxima à sua frequência natural, resultando em um aumento de amplitude (Hewitt, 2011). Inclusive, essa definição da física me parece até mais próxima da ideia que o autor do poema deseja transmitir (é claro, de acordo com minha interpretação de seu enunciado), no sentido de sintonia de pensamento. A palavra sintonia, então, surge como mais uma possibilidade de preenchimento da lacuna. Como sinônimo, a palavra correspondência também serviria.

Essa reflexão me lembrou de um caso citado no livro pensamento e linguagem (Vygotsky, 1987), em que um casal se comunica com iniciais de palavras escritas em um quadro com giz, de um conto de Tolstoy:

...Ele esteve um longo intervalo sem compreender o que tinha sido escrito e manteve olhar fixo no dela O seu espírito encontrava-se tonto de felicidade. Sentia-se completamente incapaz de deduzir as palavras que ela indicava; mas nos olhos radiantes e felizes da rapariga leu tudo o que precisava de saber. E escreveu três letras. Não tinha ainda acabado de escrever e já Kitty estava lendo por sob a sua mão e escrevia a resposta: “Sim”. Tinham dito tudo na conversação que tinham mantido: que ela o amava e que diria ao pai e à mãe que ele haveria de dirigir-se-lhes na manhã seguinte. (Tolstoy,1903).

O trecho anterior para mim é um exemplo evidente de ressonância de pensamentos, que facilita a comunicação, a qual só ocorre por completo quanto compreendemos a intenção do outro.

Qual categoria cognitiva se sobressai nesse caso? Para essa lacuna, três categorias parecem estar presentes, estabelecendo uma ordem natural entre elas: primeiramente, a categoria estabelecer analogias aparece ao comparar o conceito de ressonância na disciplina de química e na disciplina de física, concluindo que ambos os conceitos podem adquirir o mesmo significado no contexto do escrito em questão.

A categoria que vem logo após é a de evocar imagens pelo exemplo da citação do conto de Tolstoy, que ilustra a ideia interpretada ao utilizar a palavra ressonância nesse verso. Por último, a categoria abstrair fecha o significado discutido pelo uso da palavra ressonância ou correspondência, capturando a essência da perfeita comunhão (olha só, outra palavra) de pensamentos.

## 7. Quarta lacuna

**Sinergia**

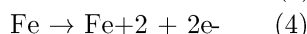
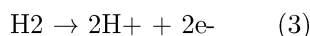
**Sua ausência, meu desalento**

**$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$  ( \_\_\_\_\_ ) o meu ser**

**Figura 7:** Quarta lacuna do poema “Químico Apaixonado”. Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

A penúltima lacuna do poema me fez pensar na palavra oxidação. Quimicamente falando, oxidação significa a perda de elétrons (Feltre, 2004). As equações (3) e (4)

representam um processo de oxidação de duas espécies químicas, respectivamente: hidrogênio (H) e ferro (Fe).



O que pode ser observado tanto na oxidação do hidrogênio como na do ferro é a variação do número de oxidação (nox). O nox representa a verdadeira carga do átomo após sofrer a alteração do número de elétrons (Araújo et.al, 2018). Em uma oxidação, o nox de um elemento químico aumenta.

No caso da equação química presente na Figura 7, a espécie que oxida é o ferro. Nos reagentes, há o ferro na forma metálica, com nox igual a zero. Já no produto, o elemento ferro faz parte do óxido férrico e tem nox +3.

No entanto, existe uma outra palavra bem mais comum no cotidiano que completa muito bem o espaço vazio: enferruja. A ferrugem nada mais é do que o processo de oxidação do ferro pela ação de oxigênio e umidade (Silva, et.al, 2014).

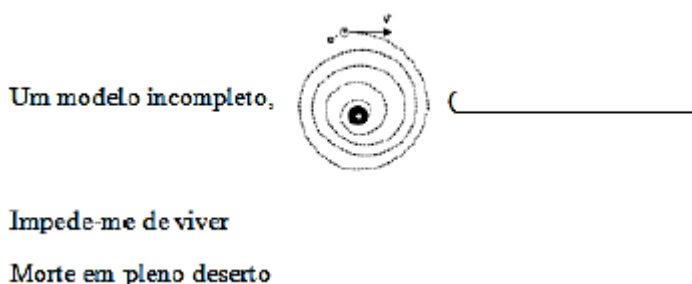
Uma característica marcante da ferrugem, analisando visualmente, é o aparecimento de manchas marrons no metal, como se ele estivesse sujo, ruim. Nesses casos, é dito que o material está enferrujado. Aqui, a palavra: “enferrujado” me leva também a outros contextos. Por exemplo, na frase: “Não estudo matemática há muito tempo, por isso estou enferrujada nas questões de produtos notáveis”. O significado da palavra “enferrujada”, na frase anteriormente criada pelos autores, está relacionado a “alterar por falta de exercício” (Priberam, 2022). Assim, a pessoa tem mais dificuldade de exercer aquela ação, já que se desacostumou com ela.

Os dois sentidos de enferrujar citados anteriormente adquirem sentido ao preencher essa lacuna do poema. A ferrugem, fenômeno químico, visualmente tem um aspecto que indica desgaste, que pode ser associado ao cansaço e tristeza do poeta com a ausência da pessoa amada. A falta de prática de alguém para fazer algo também pode ocasionar em lentidão na realização daquela tarefa, movimentos lentos, que podem simbolizar o coração do poeta esfriando, com as moléculas do órgão (sentimental) movendo-se devagar.

Nessa discussão, fica evidente que o significado da palavra depende do contexto em que ela está inserida, isto é, ao enunciado ao qual ela pertence. A palavra isolada é neutra (Florenco, 2019).

Em termos da criatividade, mais uma vez evocar imagens é o aspecto criativo preponderante, com a lembrança do que significa, sob a ótica do sentido da visão, algo estar ou parecer com ferrugem. Além disso, ao refletir sobre outro sentido da palavra enferrujar, se estabelece analogia da morosidade de realizar algo que não se faz há muito tempo com o grau de agitação das moléculas do coração, que se torna frio, aqui trazendo à tona o conceito de temperatura (De Magalhães, 2023). A analogia também se verifica na comparação entre a lentidão e a tristeza e o cansaço.

## 8. Quinta lacuna



**Figura 8:** Quinta lacuna do poema “Químico Apaixonado”. Fonte: LOPES, M. J. M. et al, 2021. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/RVq030221-a3.pdf>.

Para a última lacuna do poema, a palavra que primeiramente surge em meu pensamento é colapsa. Novamente, a escolha dessa palavra como primeira opção é resultado do meu conhecimento anterior sobre o conteúdo da química abordado nesse trecho do poema, que são modelos atômicos. Especificamente, o modelo atômico esquematizado na figura 8 é o modelo de Rutherford. Nesse modelo, os elétrons estão girando ao redor do núcleo. O problema desse modelo é que o destino dos elétrons ao realizarem esse movimento é o encontro com os prótons presentes no núcleo, o que causaria o colapso do átomo (Mortimer, Machado, 2016).

Ao ler o que vem depois da lacuna no poema, a ideia que traz a palavra colapsa me parece totalmente de acordo com o contexto, isto é, com o enunciado. O autor do poema cita a ocorrência de morte, o fim de algo. Além de colapsa, consigo pensar em se aniquilar, se destruir, se desfazer. Quais outros significados cabem nessa lacuna?

Ao identificar o modelo atômico em questão nesses últimos versos do poema, o grupo mental da criatividade mais proeminente é o de reconhecer padrões, pela identificação de um modelo. Associado a isso está o ato de evocar imagens, tanto do modelo de Rutherford, como do movimento do elétron com trajetórias circulares em direção ao núcleo do átomo.

## 9. E se a resposta ativa fosse outro poema?

Como temos discutido, nenhum leitor é passivo, sempre realiza uma resposta ativa. Essa resposta pode ser apenas reflexões mentais, superficiais ou profundas, de acordo com o interesse, o conhecimento anterior e as experiências que a pessoa traz. Mas também pode ser uma resposta por meio de uma fala, um discurso, uma palestra, um texto em prosa, um poema etc.

Para o poema analisado nesse trabalho, uma resposta ativa vai ser realizada por meio de um outro poema. No escrito com lacunas, o contexto sugerido, a começar pelo título, é de um químico que está apaixonado e escreve uma carta de declaração utilizando versos com termos químicos. Como responder a uma carta de declaração? A forma mais simples seria aceitando ou negando os sentimentos do eu lírico, porém o personagem principal é um químico e os autores desse artigo da área de ciências da natureza. Considerando esse cenário e sem perder de vista a perspectiva dialógica de Bakhtin, um poema com termos da ciência foi criado para responder ao texto com espaços em branco.

## 10. Poema respondente

### Retorno com expansão e energia

Razão e sentimento, termos complementares

Ou distantes pelo discernimento?

O desejo é responder, o quê?

A pergunta do segundo verso ou o poema incompleto

Tudo bem, linguagem poética

Rimas marcam a estética

Mas e a ciência? E a resposta?

Parece que virou algo sem lógica

Responder é reagir

Quimicamente semelhante a

$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

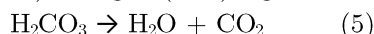
Amor? Dopamina, serotonina

Ambas vêm do cérebro  
A separação não faz sentido

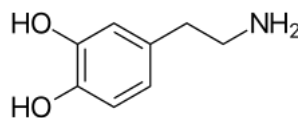
Atribuir significado é dialogar  
A resposta não é simples e definida  
E sim  ${}_{95}^{241}\text{Am} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{93}^{237}\text{Np}$  constante

O poema anterior é uma forma de feedback ao poema analisado, sem oferecer uma resposta definida e simples, mas com versos que incorporam termos científicos, como equações químicas, substituindo palavras, de modo análogo ao poema “Químico Apaixonado”. Além disso, o escrito denominado “Retorno com expansão e energia” faz referência ao ato de dialogar, justamente transmitindo a significação de que, em um diálogo, as ideias não necessariamente são fixas e imutáveis, mas sofrem transformações constantes de enunciado para enunciado.

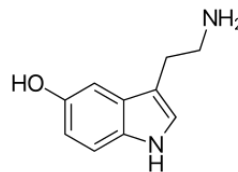
Para deixar mais claro o poema, vamos esclarecer os termos de química. A primeira equação química aparece no último verso da terceira estrofe e se trata de decomposição do ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) em água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ):



Uma reação de decomposição é aquela em que uma substância se decompõe em outras substâncias menores. Por que essa reação foi utilizada no escrito especificamente nesse trecho? As reações classificadas como de decomposição têm um sinônimo na química: reações de análise. Essa equação química, ao aparecer nesse verso, demonstra a ideia de que oferecer uma resposta é fazer uma análise, reagir por meio da análise. Logo depois, no primeiro verso da estrofe seguinte, surgem o nome de duas substâncias químicas: dopamina e serotonina. Essas moléculas são formadas no cérebro humano e estão associadas a “química do amor”, porque são sintetizadas em nosso organismo quando estamos apaixonados. O objetivo de trazer essas palavras no poema é por conta do contexto de paixão do escrito inicialmente investigado e para não perder de vista a finalidade de oferecer uma resposta para esse texto, mesmo que não acabada. As estruturas moleculares dessas moléculas estão nas Figuras 9 e 10:

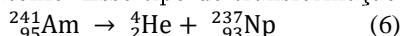


**Figura 9:** estrutura molecular da dopamina. Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Dopamine>.



**Figura 10:** estrutura molecular da serotonina. Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Serotonin>.

Finalizando os termos químicos observados no poema, o último verso traz mais uma equação química, dessa vez uma equação de decaimento radioativo, que é usada para representar um átomo radioativo, instável, liberando partículas e/ou energia e se transformando em outro átomo. Esse tipo de transformação é denominado de transmutação:



Nesse exemplo, o elemento químico Amerício, representado pelo símbolo Am, libera partículas alfa, que são idênticas ao núcleo do átomo de hélio (He), e se transmuta no elemento químico Neptúncio, simbolizado por Np. Essa equação de decaimento radioativo

foi escolhida para finalizar o texto para comparar o diálogo com transformação, transmutação ou, trazendo para uma linguagem mais próxima, ressignificação.

Agora, observemos o título do poema respondente: “Retorno com expansão e energia”. O vocábulo retorno foi empregado para se referir a resposta ao poema inicial. Os termos expansão e energia estão relacionados às equações químicas que aparecem no texto. Na primeira equação (5), que representa a decomposição do  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (geralmente no estado líquido ou aquoso), há a liberação de  $\text{CO}_2$  (um gás a temperaturas maiores que  $-57\text{ }^\circ\text{C}$ ), o que confere essa ideia de aumento de volume, expansão.

Já a palavra energia é devido a equação (6), que representa uma reação de transmutação em que um átomo instável se transforma em outro átomo pela liberação de partículas e energia. Aqui é importante a observação de que o átomo gerado no produto da reação de decaimento radioativo ou transmutação pode ser também radioativo, gerando outros produtos e assim sucessivamente.

A possibilidade de escrever um poema com termos científicos, em específico da área de química, e conseguir atribuir sentido dentro do contexto é uma comprovação de que uma frase é neutra e pode adquirir incontáveis significados de acordo com o enunciado, unidade de significação insubstituível, obrigatoriamente contextualizado (Brait, 2005).

## 11. Conceitos químicos

Os dois poemas desse artigo trazem alguns conceitos de química, que são: reações de combustão, reações de oxidação, ressonância, modelos atômicos, reações de decomposição e radioatividade. Cada um desses conceitos será explicado brevemente para conferir mais clareza a discussão.

### *Reações de combustão*

Uma reação de combustão é uma reação de queima, em que uma substância, geralmente orgânica, isto é, que contém carbono e hidrogênio em sua composição, reage com a molécula de oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Os produtos dessa reação podem ser água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), no caso de uma reação de combustão completa, ou água e monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), no caso da combustão incompleta ou parcial (Zeca, 2021).

### *Reações de oxidação*

As reações de oxidação muitas vezes acontecem na presença de oxigênio, mas isso não é uma regra. O que de fato caracteriza uma reação de oxidação é a perda de elétrons (Usberco; Salvador, 2019). Os elétrons são partículas constituintes do átomo e estão envolvidas na formação das ligações químicas. Quando, em uma reação química, um átomo perde elétrons, ocorre um processo de oxidação. Isso é verificado analisando-se o número de oxidação (Nox) da espécie química. Se o valor do Nox aumentar, significa que houve oxidação.

### *Ressonância*

A ressonância é um fenômeno de deslocalização de elétrons na molécula (Solomons; Fhryle; Snyder, 2018). Como foi dito anteriormente, os elétrons é que formam as ligações químicas entre os átomos da molécula. O que acontece é que esses elétrons não estão localizados exatamente entre os átomos ou sobre um átomo ou outro, mas se movimentam pela molécula, isto é, estão deslocalizados. Esse fenômeno ocorre em moléculas específicas, que possibilitam essa deslocalização. Nesses casos, a estrutura da molécula é representada por um híbrido de ressonância.

### Reações de decomposição

As reações químicas possuem classificações de acordo com o mecanismo com que ocorrem. As reações inorgânicas (que não envolvem compostos orgânicos) são classificadas em quatro tipos: síntese, análise ou decomposição, simples troca e dupla troca (Usberco; Salvador, 2019).

A reação de análise ou decomposição, que aparece no escrito “Retorno com expansão e energia”, é aquela em que uma substância composta, ou seja, formada por mais de um elemento químico, se decompõe em outras substâncias, compostas ou simples (formadas por somente um elemento químico). As outras reações não serão explicadas com detalhes, pois isso fugiria do escopo deste artigo.

### Radioatividade

A radioatividade é uma propriedade de alguns elementos químicos que possuem o núcleo atômico instável, necessitando da liberação de energia e/ou partículas, que são prejudiciais ao ser humano, podendo ser fatais a depender da natureza da radiação, da quantidade e do tempo de exposição (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Geralmente, átomos radioativos são aqueles com grande número de prótons, mas existem átomos radioativos com poucas partículas positivas. Uma equação de decaimento radioativo é aquela que representa a reação de um átomo radiativo, denominada de radioisótopo, liberando outros átomos, às vezes também radioativos, energia e/ou partículas.

## 12. Modelos atômicos

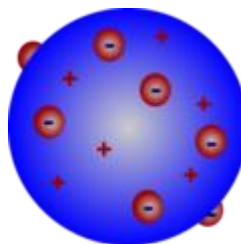
Desde a Grécia Antiga, foi aceita a teoria de que existia algo comum a toda matéria, como uma essência constituinte de tudo. Isso foi chamado de átomo, que vem do grego  $\alpha\tau\omicron\mu\omicron\nu$ , que significa indivisível.

Ao longo dos anos, novos modelos para o átomo, chamados de modelos atômicos, foram surgindo (Zeca, 2021). O primeiro deles, o modelo de Dalton, em 1808, defendia que o átomo é como uma esfera maciça, indivisível, como uma bola de bilhar, ver Figura 11.



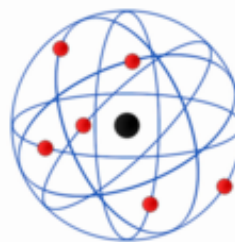
**Figura 11:** modelo atômico de Dalton. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Dalton\\_model\\_of\\_atoms](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Dalton_model_of_atoms).

Em seguida, em 1898, surgiu o modelo de Thomson, também conhecido com “pudim de passas”. Esse modelo considerava que o átomo era sim divisível, composto por uma superfície uniforme de carga positiva (como se fosse a massa do pudim) com os elétrons, de carga negativa, fixados nessa área (de modo semelhante às passas). Na Figura 12 mostramos um diagrama esquemático do modelo “pudim de passas”.



**Figura 12:** modelo atômico de Thomson. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Thomson\\_model](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Thomson_model).

Já no século XX, especificamente em 1911, Rutherford propôs um novo modelo atômico, considerando que o átomo era composto por um núcleo que continha as partículas carregadas positivamente, chamadas de prótons, e os elétrons giravam em torno desse núcleo. Na Figura 13 podemos observar um esquemático do modelo atômico de Rutherford.



**Figura 12:** modelo atômico de *Rutherford*. Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Rutherford\\_model](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Rutherford_model).

O problema desse modelo era que, se os elétrons giram em torno do núcleo indefinidamente, o resultado natural é que os elétrons sejam atraídos para o núcleo, uma vez que cargas positivas e negativas se atraem e isso resultaria no colapso do átomo. Esse é o modelo que o autor do poema faz alusão na quinta lacuna do texto “Químico Apaixonado” e é exatamente essa inconsistência do modelo que o tornou útil para estar presente nos últimos versos do poema.

O último modelo atômico estudado a nível de ensino médio é o modelo atômico de Bohr ou Rutherford-Bohr. Em 1913, o cientista Niels Bohr aprimorou o modelo de Rutherford, resolvendo o problema da destruição do átomo, pela determinação de níveis de energia. Os elétrons giram em torno do núcleo, porém o movimento dessas partículas é quantizado, isto é, os elétrons ocupam níveis específicos de energia (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Existem outras teorias mais modernas sobre o átomo, mas elas costumam ser estudadas no ensino superior.

### 13. Considerações finais

Neste trabalho, exploramos o poema “Químico Apaixonado” e imaginamos possibilidades de preenchimento de suas lacunas. Para tal, consideramos que o leitor realiza uma participação ativa ao interagir com o poema, dialogando com ele. Esse diálogo resulta em ressignificações, que podem ser as mais variadas e inesperadas, a depender do conjunto de experiências do interlocutor e de sua criatividade. Não existe uma maneira única, correta, de completar os espaços vazios do poema. Educadores de química irão pensar em palavras e expressões frequentes em seu cotidiano de sala de aula e de pesquisas. Educandos imaginarão formas de preenchimento das lacunas de acordo com seus conhecimentos prévios e suas vivências. Isso vale para qualquer pessoa que ler o poema.

O leitor deste artigo irá interagir com ele e com o poema e poderá imaginar diversas maneiras de completar os espaços em branco. Isso pode gerar novas possibilidades de aplicação do conhecimento da disciplina de química, de maneira que tenha uma maior interação com o saber anterior do educando.

Algumas categorias cognitivas foram especificadas para cada lacuna de acordo com o significado atribuído ao enunciado. Nesse ponto, são importantes duas observações: primeiro, como cada interlocutor tem uma criatividade e uma maneira única de se relacionar com o texto, outras categorias poderiam ser destacadas, de acordo com a teoria do casal Root-Bernstein (2001); segundo uma das categorias em especial esteve presente em todas as interpretações, que foi transformar, uma vez que as lacunas se transformaram, pelas reflexões, em diferentes espaços preenchidos.

Das treze categorias cognitivas, ter empatia é uma que serve para todos os versos e toda vez que se lê um texto, principalmente um poema, que possui termos mais subjetivos, porque, para tirar conclusões do que está sendo lido, o leitor pode se colocar no lugar do eu lírico ou do autor para analisar o sentido das palavras. Além da empatia, a última das treze categorias, sintetizar, se faz necessária para organizar as diferentes ideias e interpretações do escrito, obtendo conclusões.

Partindo da ideia do leitor como interlocutor que realiza uma resposta ativa, que pode ser por meio da escrita, os autores desse artigo escolheram propor uma possível resposta ao poema “Químico Apaixonado” por meio de outro poema de autoria própria, denominado de “Retorno com expansão e energia”. Essa proposta enriquece o trabalho e exemplifica que uma linguagem pode ser incorporada em outra por meio da interação entre elas. No caso, a linguagem científica foi integrada na linguagem poética, com termos químicos ressignificados para o contexto, criando frases de sentido.

À medida que vamos experienciando a vida, vamos realizando ressignificações através do diálogo que realizamos com o enunciado dos outros. Assim, a discussão aqui iniciada está longe de terminar, podendo ser ampliada de acordo com a interpretação de cada um. Para encerrar, citamos uma frase de Bakhtin sobre o dialogismo da vida:

**“A vida é dialógica por natureza. Viver significa participar de um diálogo”  
(Bakhtin, 1961).**

## Referências

- ARAÚJO, et al. ROLETA DO NOX: uma atividade lúdica em química no conteúdo de número de oxidação. In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, 2018, João Pessoa. Disponível em: [https://cointer.instituidv.org/pdvl/anais\\_pdv120182.php](https://cointer.instituidv.org/pdvl/anais_pdv120182.php). Acesso em: 06 nov. 2022.
- ATKINS, P; JONES, L; LAVERMAN, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. [S.I]: Bookman, 2018.
- BAKHTIN, M (1961). Towards a reworking of the Dostoievsky book. In: Problems of Dostoievsky’s poetics. 3. ed. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987.
- BAKHTIN, M. Estética da criação verbal. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997. Tradução feita a partir do francês por Maria Emsantina Galvão G. Pereira.
- BRAIT, B. Bakhtin: conceitos-chave. São Paulo: contexto. 2005.
- BIF, E. ORBITAIS HÍBRIDOS E CONTRIBUINTES DE RESSONÂNCIA: concepções de alunos de graduação em química. 2019. 99 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Departamento Acadêmico de Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019. Disponível em: [repositorio.utfpr.edu.br](http://repositorio.utfpr.edu.br). Acesso em: 06 nov. 2022.
- DE MAGALHÃES, A. et al. CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE CALOR E TEMPERATURA A LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA NO CONTEXTO DOS ANOS INICIAIS. REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 11, n. 1, p. e23025-e23025, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/14522>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- "enferrujado", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/enferrujado>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- FELTRE, R. Química. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- FLORENCIO, A. M. G. O enunciado e a polifonia em Bakhtin. Leitura, [S. l.], v. 2, n. 30, p. 237–253, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistaleitura/article/view/7492>. Acesso em: 2 out. 2022.
- HEWITT, P. Física Conceitual. 11. ed. San Francisco: Bookman, 2011.
- JACOB, C. Interdependent operations in chemical language and practice. HYLE– International Journal for Philosophy of Chemistry, v. 7, n. 1, p. 31-50, 2001.
- JUNIOR, W.; LOPES, M. Uma exposição científica para se “apaixonar pela química”: um estudo sobre o papel dos objetos expositivos. Revista Virtual de Química, v. 13, n. 2, 2021. Disponível em: <http://rvq.sbgq.org.br/>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- LURIA, LEONTIEV, VIGOTSKI et al. Psicologia e Pedagogia II. Simões, Lisboa: Editora Estampa, Ltda, 1977. Tradução de Maria Flor Marques.

- MORTIMER, E; MACHADO, A. Química. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- PORTO, M; RIZOWY, G; CEZAR, R. METODOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR PARA O ENSINO BÁSICO. Revista Ampliar, Canoas, v. 2, n. 2, 2015. Disponível em: <https://gravatai.ulbra.tche.br/periodicos/index.php/revistaampliar/article/view/74/57>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- RIDENTI, M. A.; AMORIM, J.; PINO, A. Termodinâmica das reações químicas aplicada à combustão e à física de plasmas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São José dos Campos, v. 40, n. 3, nov. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- ROOT-BERNSTEIN, R., ROOT-BERNSTEIN, M. Centelhas de Gênios: Como pensam as pessoas mais criativas do mundo. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2001.
- SILER, T. PENSE COMO UM GÊNIO. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999. Tradução de Roberto Argus.
- SILVA, M,et.al. CORROSÃO DO AÇO-CARBONO: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. Química Nova, Guaraatinguetá, v. 38, n. 2, p. 293-296, dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/cVwbpdPmGzTFrGCB-Fsc368M/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- SOLOMONS, T.; FRYHLE, C.; SNYDER, S. Química Orgânica. 12. ed. [S.I]: Ltc, 2018.
- TOLSTOY, L., Pedagogicheskie stat'i (Ensaio Pedagógicos). Kushnerev, 1903.
- USBERCO, J; SALVADOR, E. Química. 9. ed. [S.I]: Saraiva Didáticos, 2019.
- VYGOTSKY, Lev. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- ZECA, J. Fundamentos de química geral. [S.I]: Appris Editora, 2021.

**Isenção de responsabilidade/Nota do editor:** As declarações, opiniões e dados contidos em todas as publicações são exclusivamente de responsabilidade do(s) autor(es) e colaborador(es) individual(is) e não do Caderno de Física da UEFS e/ou do(s) editor(es). O Caderno de Física da UEFS e/ou do(s) editor(es) isentam-se de responsabilidade por qualquer dano a pessoas ou propriedades resultante de quaisquer ideias, métodos, instruções ou produtos mencionados no conteúdo.