ISSN: 2358-8829

INVESTIGANDO O RECONHECIMENTO DA SIMBOLOGIA QUÍMICA POR LICENCIANDOS

Edinilza Maria Anastácio Feitosa [1]

INTRODUÇÃO

A Química é descrita por meio de três níveis de conhecimento: o nível macroscópico e tangível do que pode ser visto, tocado, cheirado; o nível submicroscópico dos átomos, moléculas, íons, e estruturas e o nível representacional que inclui os símbolos, fórmulas e equações (Johnstone, 2000). Para o estudante compreender os fenômenos, conceitos e teorias relacionadas à Química, o estudante necessita transitar entre estes três níveis de conhecimento.

Neste trabalho focamos no nível ou mundo representacional, aquele que envolve entre outros elementos, os símbolos. Para D'Alviella (1995), o símbolo se refere a tudo aquilo que por convenção ou analogia, representa algo ou alguém. No mundo da Química a simbologia é inerente aos conceitos e por este motivo, os estudantes necessitam reconhecer e compreender seu significado já que todo o mundo submicroscópico só pode ser inteiramente compreendido através da simbologia.

Apesar de vivermos num mundo o símbolo faz parte do cotidiano, no trabalho clássico de Marais e Jordaan (2000), já existia um alerta aos professores sobre o fato de assumimos que a linguagem simbólica da química é intuitiva para os alunos, quando na verdade não o é. Os autores demonstraram que muitos estudantes conseguem até resolver problemas como balanceamento matemático de equações, por exemplo, usando fórmulas químicas, mas não conseguem completamente entender o significado físico por trás daqueles símbolos, muitas vezes confundindo índices subscritos com coeficientes estequiométricos.

Em estudos recentes como o de Cedran, Kiouranis e Cedran (2018), os autores demonstraram que mesmo um símbolo como por exemplo, $H_2O(s)$, ser amplamente

[1] Professora Associada do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Ceará - CE, edinilza.feitosa@uece.br;

utilizada em livros didáticos, desde do anos iniciais aos anos finais da educação básica, os alunos ainda mostravam ter dificuldades em explicar o que o símbolo realmente representa no mundo macroscópico e no mundo submicroscópico.

Quando o ensino de Química se torna mais complexo, a dificuldade do estudante com a simbologia também aumenta. O trabalho de Thoms et al (2026), por exemplo, descreve as dificuldades dos estudantes em representar as estruturas das moléculas orgânicas, em entender os diversos tipos de representação de ligação química, cometendo inclusive erros não esperados como omissão de átomos, ou aplicações incorretas da regra do octeto.

Inspirado nestes trabalhos, esta investigação tem como objetivo verificar o reconhecimento de símbolos pelos estudantes de um curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Ceará, tanto alunos ingressantes quantos alunos pré-concludentes. Apesar de não ser um assunto novo, compreender como os estudantes relacionam os símbolos aos fenômenos da Química é importante para que o professor possa elaborar estratégias de ensino que contemple todos os níveis de conhecimento do universo da Química.

METODOLOGIA

Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa e descritiva (Gil, 2002), pois pretendemos descrever o fenômeno do reconhecimento e significação dos símbolos em Química por parte dos estudantes ingressantes e pré-concludentes. Ao todo participaram 17 estudantes do 1º semestre e 10 estudantes do 7º semestre. Os estudantes participantes foram convidados a responder uma atividade, parte mostrada na Figura 1.

Descreva com suas palavras o que significa cada símbolo

H	
H_2	
H^+	

Figura 1 – parte da atividade aplicada

Estes símbolos foram escolhidos por serem os mais comuns no livro didático utilizado no ensino médio, na coleção de Matéria, Energia e Vida de Mortimer et al (2020). Foram escolhidos símbolos que se classicavam em cinco categorias:

i. elementos químicos, moléculas e íons
ii. coeficiente e índices
iii. setas
iv. estados físicos
v. símbolos químico de natureza matemática

A atividade foi aplicada no início de uma aula com orientação prévia do que se tratava a atividade e seus objetivos e solicitação de anuência dos participantes. Estes foram orientados a não utilizarem nenhum material ou recurso de pesquisa e poderiam dá duas possíveis respostas para cada símbolo: a. Não Sei, caso o símbolo não fosse reconhecido e b. Uma definição ou descrição deste símbolo, caso fosse reconhecido.

As respostas dos estudantes ingressantes (EI) e pré-concludentes(EPC) foram analisadas e classificadas de acordo com sua compreenssão na cincos categorias pré-definidas de símbolos utilizados na Química. Como o número de alunos das duas turmas era diferentes, utilizamos a linguagem matemática da porcentagem para descrever os resultados quantitativos para respostas corretas, respostas incorretas e quando havia ausência de respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elementos químicos, moléculas e íons

Os alunos de ambos os grupos (EI e EPC) mostraram grande dificuldade em diferenciar elemento químico, átomo e molécula. O significado do símbolo depende do contexto em que é apresentado. No caso específico da atividade aplicada, o símbolo "H" podia ser reconhecido como átomo de hidrogênio ou o elemento químico hidrogênio. A maioria dos estudantes colocam apenas "hidrogênio"(EI1, EPC5), sem um contexto associado. O mesmo acontece com o símbolo "O". Apesar dos simbolos "H" e "O" aparecerem frequetemente nas aulas de química, física e até biologia no ensino médio, muitos alunos do grupo EI, não reconheceram o símbolo, ou se reconheceram, não conseguiram dá a eles um significado.

A questão dos íons foi ainda mais impactante. A maioria dos alunos participantes não conseguiu elaborar um significado para o "H^+". Alguns o citaram como o "íon de hidrogênio"(EPC 2) ou um "átomo de hidrogênio com carga positiva"(EI1), mas não citam os termos cátion ou próton, ou não descrevem por exemplo, que o símblo simboliza a perda de um elétron por um átomo, levando a formação de um íon denominado de

próton. Alguns estudantes do grupo EPC descreveram outros significados por exemplo, "representa acidez em uma reação" (EPC1) ou o associaram ao íon hidrônio (H_3O^+), sendo estes significados considerados coerentes dentro do campo da química, já que os livros didáticos do ensino superior representam a acidez da mesma forma que representam o próton (cátion do hidrogênio). Comos o participantes do grupo EPC já cursaram componentes curriculares envolvendo reações químicas, esta uma resposta esperada para estudantes deste grupo, pois símbolo no contexto destes conteúdos.

Coeficientes e índices

Percebemos que a grande maioria dos estudantes do grupo EPI, confunde o número matemático coeficiente estequiométrico com o número matemático índice que simboliza a quantidade de átomos de um elemento em uma molécula. Para alguns estudantes como EI12, "2 O" e "2 O_2" representam a mesma coisa, "oxigênio". Outros como EI1 e EI2 ainda criaram um termo para "2 O_2", dióxido, confundindo talvez com o que apredenram em nomeclatura de óxidos inorgânicos. No grupo EPC, também apareceram erros grotescos, por exemplo, "2 O", é uma "molécula de oxigênio separada" (EPC2).

O grupo EI não conseguiu diferenciar átomo "O" de molécula "O_2", mas o grupo EPC conseguiu dá outro significado ao coeficiente numérico, acrescentando a relação molar, "2 mol de gás oxigênio" (EPC 8)". Estes resultados foram condizentes como o trabalho de Marais e Jordaan (2000), mostrando que duas décadas depois do seu trabalho, as dificuldades em se trabalhar com coeficientes estequiométricos e índices, ainda persistem e que portanto, os professores ainda necessitam se debruçar em investigações sobre metodologias que auxiliem no ensino dos símbolos.

Setas

Esta categoria foi a que apresentou os piores resultados. Praticamente a seta simples que simboliza a direção de uma reação (→) foi o único símbolo reconhecido. Para os alunos ingressantes esta seta simboliza a "separação dos reagentes dos produtos" (EI10). Para o grupo EPC, a mesma seta representa o "percurso da reação"(EPC3) ou que simboliza uma "reação irreverssível" (EPC8). É verdade que a seta em questão pode apresentar vários significados, mas por ser um símbolo comum no livro didático do ensino

ISSN: 2358-8829

médio (Mortimer et al, 2020) e nos livros didáticos de química do nível superior, esperávos que seu reconhecimento e significação fosse maior.

As duas outras setas são menos comuns aos alunos do grupo EI e portanto os dados obtidos na atividade eram previstas, quase a totalidade dos participantes deste grupo, não as reconhecia. No entanto no grupo EPC, que convivem com estes símbolos, o não reconhecimento destas setas, uma que representa o deslocamento de elétrons em uma reação química e a outra que representa a ressonância, foi surpreendente e preocupante, o que nos faz refletir sobre como estamos nós professores trabalhando a questão simbólica na química.

Estados físicos

Por outro lado, esperávamos que o reconhecimento dos símbolos dos estados físicos da matéria fossem totalmente reconhecido pelos participantes. Quase a metade do grupo EI reconheceu os símbolos "s" de sólido, "l" de líquido e "g" de gasoso, mas apenas um estudante deste grupo, reconheu o simbolo "aq" de aquoso. No grupo EPC, este símbolos foram quase que totalmente reconhecidos pelos estudantes como esperado. O símbolo "HCl(aq)" foi reconhecido como "ácido clorídrico em meio aquoso" (EPC3, EPC 6) ou ainda, "solução aquosa de ácido clorídrico" (EPC 7).

Aqui usamos principalmente a substância água associado aos símbolos de estado físico, por ser a substância mais trabalhada nas aulas de ciências. Os estudantes praticamente estudam a água durante toda a vida acadêmica, mas como dizem Cedran, Kiouranis e Cedran (2018), os estudantes ainda tem dificuldades de associar os símbolos de estado físico ao que ele significa macroscopicamente e submicroscopicamente. O símbolo "aq" é um exemplo disso. A grande maioria dos estudantes do grupo EPC entende o que ele significa.

símbolos químicos de natureza matemática

Os símbolos Δ, ΔH, m e MM, indicam quantidades numéricas associadas a conceitos químicos e também estão presentes no cotidiano escolar. Os estudantes do grupo EI apresentaram maior dificuldade em reconhecer o símbolo Δ, fora do contexto puramente matemático. Alguns indicaram o nome grego "delta" para o símbolo e poucos indicara que significa "variação" no contexto tanto da Química quanto da matemática. Quando o símbolo **Δ** aparece associado a letra H, foi melhor reconhecido pois ΔH,

ISSN: 2358-8829

"variação de entalpia" (EI4), é um símbolo comum nas aulas de física e principalmente de química, quando os estudantes iniciam a aprendizagem de conceitos de termodinâmica.

Já os símbolos "m" para massa e "MM" para massa molar quase não foram reconhecidos pelos estudantes ingressantes em contraste como os estudantes do grupo EPC, talvez devido ao fato de que no caso do curso de química, há muitas atividades em que estes símbolos são usados, visto que durante todo o curso de química, a estequeiometria está sempre presente.

O quadro 1, descreve uma síntese para os resultados obtidos das respostas dos estudantes participantes dos grupos EI e EPC.

Quadro 1 – Resultados das respostas ao instrumento aplicado

Símbolo	Alunos ingressantes			Alunos pré-concludentes		
	% Acertos	% Erros	% NS	% Acertos	% Erros	% NS
H	18,75	43,75	37,50	40,00	60,00	00
H_2	18,75	43,75	37,50	30,00	70,00	00
H+	00	56,25	43,75	20,00	80,00	00
Cl^-	00	68,75	31,25	30,00	70,00	00
2 O	18,75	37,50	43,75	40,00	60,00	00
2 O_2	6,25	43,75	50,00	50,00	50,00	00
Δ	18,75	43,75	37,50	50,00	50,00	00
ΔH	25,00	25,00	50,00	50,00	50,00	00
→	12,50	37,50	50,00	60,00	40,00	00
↔	00	12,50	87,50	00	80,00	20,00
⇝	00	6,25	93,75	00	00	100,00
H_2O (s)	43,75	31,25	25,00	90,00	10,00	00
H_2O (l)	43,75	25,00	31,25	80,00	20,00	00
H_2O (g)	43,75	12,50	43,75	100,00	00	00
HCl (aq)	6,25	43,75	50,00	70,00	20,00	10,00
m	18,75	18,75	62,50	80,00	10,00	10,00
MM	6,25	12,50	81,25	90,00	00	10,00
Média total	16,54	33,08	50,38	51,76	39,41	8,83

NS = não sei

ISSN: 2358-8829

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste trabalho permitiu verificar que em média, apenas 16,5 % dos estudantes ingressantes reconheceram e apresentaram o significado do símbolo reconhecido contra 51,76 % dos alunos pré-concludentes. Os resultados ainda indicam, que durante o percurso dentro do curso de Química, os estudantes vão introduzindo e consolidando alguns símbolos no seu discurso acadêmico.

No entanto este trabalho ainda apresenta limitações, por exemplo, o símbolo depende do contexto em que está inserido. Se o símbolo H+, está sendo introduzido no conteúdo de química inorgânica, ele simboliza, um cátion formado quando o átomo de hidrogênio perde um elétron, mas se símbolo H+ for introduzido no conteúdo de reações orgânicas, seu significado muda, e o símbolo passa a simbolizar o meio reacional ou um catalizador. Então a pesquisa precisa levar em consideração também o contexto, ou procurar saber se os estudantes reconhecem não só o símbolo mas seus significados em diferentes contextos.

Por fim, este trabalho mostrou que a simbologia, um dos níveis necessários para se compreender os conceitos químicos, ainda precisa ser melhor trabalhada no ensino médio e no nível superior no curso de Química. Os professores portanto necessitam encontrar estratégias para que os estudantes consigam compreender que a simbologia é um importante recurso semiótico da linguagem química, e que aprender esta linguagem é a melhor forma de aprender os conceitos do universo da Química.

AGRADECIMENTOS (Opcional)

REFERÊNCIAS

D'ALVIEllA, C. G. **A migração dos símbolos**. São Paulo: Pensamento, 1995.

JOHNSTONE, A. H. Teaching chemistry - logical or psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v.1, n.1, p. 9- 15. 2000.

CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M.; CEDRAN, C. J. A importância da simbologia no ensino de Química e suas correlações com os aspectos macroscópicos e moleculares. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 38–57, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa,** 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

MARAIS, P.; JORDAAN, F. Are We Taking Symbolic Language for Granted? **Journal of Chemical Education**, v.77, n.10, p. 1355-1357, 2000.

MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; MUNFORD, D.; FRANCO, L.; MATOS, S.; PANZERA, A.; GARCIA, E.; PIMENTA, M. **Matéria Energia e Vida**: uma abordagem interdisciplinar. 1ª ed. São Paulo: Editora Scipione, 2020.

THOMS L.; BLICK, G.; SCHMIDT, L.; FURRER, F.; PURANDARE, M.; LOCH, F.; HUWER, J.; Chemistry Teachers "Perception of Students" Difficulties in Reading and Drawing Chemical Structures. **Journal of Chemical Education**. v. 103, n. 4, p. 1723–1742, 2026.