



Flash cards da tabela periódica

Rodrigo Alves de Souza

O trabalho trata de uma ferramenta pedagógica denominada *flash card* (FC), que concilia o analógico e o digital na sua concepção, unindo materiais acessíveis com pesquisas na internet. A ferramenta, planejada para favorecer múltiplas representações no campo semiótico, objetivou auxiliar na condução de uma sequência didática sobre tabela periódica, visando apoiar uma maior compreensão sobre as propriedades dos elementos químicos e suas relações. A sequência envolveu 101 estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola pública, que produziram os FC; junto a isso, ocorreram aulas expositivas, dialógicas e debates, utilizando os conhecimentos produzidos coletivamente. Com isto, a sequência possibilitou trabalhar muitos elementos (24-26 por turma, escolhidos pelos discentes), tendo-se um perfil específico para cada turma, gerando representações visuais que foram analisadas. Por fim, os FC possibilitaram um modo interessante para se aprender tabela periódica, segundo os estudantes.

► flash card, tabela periódica, sequência didática ◀

Recebido em 20/05/2024; aceito em 27/09/2024



Introdução

Com um número significativo de elementos químicos conhecidos e seus pesos atômicos determinados por Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), Johann Wolfgang Dobereiner (1780-1849) propôs, em 1829, as tríades dos elementos, notando na sequência de pesos que o elemento central do trio tinha um peso atômico aproximado ao da média dos outros das extremidades (Marques, 2019). Iniciava-se assim a organização dos elementos químicos que tiveram uma forma mais ampla de classificação com um sistema helicoidal, em 1862, por Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois (1820-1886).

Dois anos depois a “lei das oitavas” trouxe pioneirismo ao apontar uma lei de recorrência dos elementos. Com formação musical, John Alexandre Reina Newlands (1837-1898) notou uma agregação de grupos de sete elementos em ordem crescente de massa atômica, tendo, o primeiro, propriedades semelhantes ao oitavo, que iniciava uma nova coluna e assim sucessivamente (Marques, 2019).

Por fim, e quase que simultaneamente, Julius Lothar Meyer (1830-1895) e Dmitri Ivanovic Mendeleev (1834-1907) explicitaram a lei periódica de maneira robusta. Há versões apontando possíveis inspirações de Meyer nos trabalhos de Mendeleev e vice-versa, apesar de Meyer ter publicado seus feitos depois. Ambos sequenciaram os elementos

químicos em função de seus pesos atômicos: Meyer enfatizou as propriedades físicas relacionadas aos pesos e Mendeleev destacou as propriedades químicas (Marques, 2019).

Apesar do formato definitivo da tabela periódica se concretizar no início do século XX, por Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915), rearranjando os elementos em função dos números atômicos, Mendeleev já havia ganhado notoriedade por prever elementos ainda desconhecidos como o *eka*-alumínio, isolado e nomeado anos depois como gálio.

Na sistematização dos sabidos 63 elementos de sua época, Mendeleev dispôs as informações deles em cartões de papel, percebendo a periodicidade de certas propriedades químicas quando dispunha os cartões em ordem crescente de massas atômicas. E ao distribuir todos os cartões percebia um formato estruturado em linhas e colunas, esboçando-se assim o arquétipo do modelo vigente da tabela periódica em 1869 (Cunha, 2019).

Este modelo de Mendeleev foi reconhecido pela Organização das Nações Unidas (2019) como um grande salto científico para a humanidade, atribuindo o ano internacional da tabela periódica em 2019, quando completou 150 anos de sua publicação. Ao arquétipo foram agregadas várias particularidades ao longo do século XX, tornando-o imprescindível na aquisição de informações sobre os elementos químicos (Tolentino *et al.*, 1997).

Apesar de versátil, a tabela tem fama de difícil entendimento na educação básica. Sendo tão funcional, como ela apresenta tal *status* negativo? Sua linguagem dificulta a compreensão?

Faltam dados concretos sobre os aspectos aversivos, contudo Trassi *et al.* (2001) e Vianna *et al.* (2019) apontam a prática de memorização como estratégia falha no ensino. Sobre o livro didático, constatou-se, na década passada, que a abordagem histórica da tabela periódica era dissociada do conteúdo no ensino médio (Mehlecke *et al.*, 2012), enquanto no ensino superior era pouco importante ou apenas focada nas personagens e nas datas das descobertas dos elementos químicos (Leite e Porto, 2015). Como via estratégica, a historicidade bem empregada auxilia a compreensão da tabela periódica (Xavier *et al.*, 2013). Por outro lado, a ludicidade e a interação juvenil podem suscitar estratégias positivas de aprendizagem, a exemplo da tabela periódica interativa da Universidade Federal de Juiz de Fora, projeto que se utiliza de um espaço informal de ensino (César *et al.*, 2015).

Na via audiovisual, o canal *Periodic Videos* (YouTube, 2024) dispõe de vasto acervo sobre os elementos, abordando experimentos geralmente inacessíveis nas escolas. Todavia, a língua inglesa é limitante porque legendas não estão disponíveis em todo o material. Ademais, a exibição de vídeos em grandes telas, via projetores multimídia ou em ambientes de informática, encontra entraves na infraestrutura precarizada de parte considerável das escolas públicas brasileiras (Ministério das Comunicações, 2023). Contudo, o acesso mais individualizado em telas menores, como as dos *smartphones*, pode trazer boa integração destas ferramentas com as pesquisas de conteúdos escolares (Silva *et al.*, 2021).

Portanto, mediar recursos escassos com as possibilidades analógicas, empregando-se materiais acessíveis, integrando-se ainda ao universo digital recorrente na vida estudantil contemporânea, mostra-se estratégico e abrangente para driblar certas dificuldades e, sobretudo, pode ser compatível com a estética experimentada pelos jovens.

Logo, na sala de aula também se pode conduzir de modo atrativo o ensino ligado à tabela periódica. Para citar, o uso de mapas conceituais durante um bimestre (Fialho *et al.*, 2018) se mostrou interessante, não como memorizador de conteúdos, mas favorecendo um processo de aprendizagem sequencial. Trabalhos enfatizando a trajetória do descobrimento dos elementos aproximam o estudante do contexto da descoberta, com metodologias diferenciadas (Soler e Lucia, 2020) e com a produção de objetos educacionais (Cunha e Corrêa, 2020). E em um contexto lúdico, jogos, como o supernova (Martins e Cavalcanti, 2023), podem evidenciar como a mediação docente aplicada ao analógico – tipo jogo

de tabuleiro – permitem trazer mais satisfação ao alunado, sem detrimento do conteúdo.

Enfim, na tentativa de se trazer mais proximidade estudantil aos históricos das descobertas, dos meios de extração da natureza e os usos relevantes dos elementos químicos, o objetivo deste trabalho foi possibilitar maior compreensão, por parte do alunado, das características dos elementos químicos e de suas relações na tabela periódica, partindo-se, para isto, do desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta pedagógica nomeada *flash card* (FC), pautada em múltiplas representações semióticas com o esquema analógico/digital de sua construção. Buscou-se ainda avaliar a aplicabilidade desta ferramenta em turmas de 1º ano do ensino médio.

Aporte teórico

É inquestionável que docentes devam ter posse das teorias científicas e que consigam as vincular aos processos cotidianos, sociais e tecnológicos. Mas, na química, paira o senso comum pedagógico de se conduzir as aulas com

regrinhas e receituários; [...] valorização excessiva pela repetição sistemática de definições; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados [...] relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria (Delizoicov *et al.*, 2011, p. 32).

Nos anos 2020 emergem críticas e distorções às ciências. O anticientificismo e os egressos de uma escolarização rasa colocam dúvidas, afrontam a estrutura escolar e desmerecem

a importância de tais saberes. Por conseguinte, tais agentes indagam por quê/para que se ensinar ciências?

Responder à importância de se ensinar ciências requer mudanças que as tratem como bens culturais essenciais para a sociedade. Do professorado, demanda extrapolar as “regrinhas e receituários”, demonstrando que produzir ou educar em ciências depende de condições sócio-históricas, vitais à apropriação dos escolarizados (Delizoicov *et al.*, 2011, p. 34).

O singular, consequentemente, é parte importante do todo na perspectiva sócio-histórica a ser percebida e pensada para se ter, coletivamente, uma construção substancial. De tal modo, “regrinhas” não são moldáveis neste contexto, enquanto os aspectos internos do indivíduo corroboram para articular a relação sujeito–sociedade, à qual pertence (Freitas, 2002), interage, recebe e induz mudanças. Transportando para a escola temos, finalmente, cada sujeito

[...] o canal *Periodic Videos* (YouTube, 2024) dispõe de vasto acervo sobre os elementos, abordando experimentos geralmente inacessíveis nas escolas. Todavia, a língua inglesa é limitante porque legendas não estão disponíveis em todo o material. Ademais, a exibição de vídeos em grandes telas, via projetores multimídia ou em ambientes de informática, encontra entraves na infraestrutura precarizada de parte considerável das escolas públicas brasileiras.

como ser importante na construção dos conhecimentos, dele e de sua turma.

A concepção centrada no indivíduo ilustra que a relação ensinar–aprender não é focada só no professorado e, tampouco, a única a ser gerida, pois o processo é fruto de interações sociais, integrando aspectos multivariados do aprendiz, entre eles as correlações afetivas e socioculturais com o objeto de conhecimento e com o meio.

Na química, pode-se supor – erroneamente – que os conhecimentos são estanques e ensinar tabela periódica exigiria somente dominar o repertório sobre o tema, passando adiante tais informações. Entretanto, o ato de ensinar se dirige aos humanos, dotados de complexidade, temporalidade, inter-relações e particularidades com os conhecimentos e com os sujeitos.

Vygotsky considera que a construção dos conhecimentos se dá, essencialmente, na inter-relação pessoal como processo social compartilhado e gerador de desenvolvimento (Freitas, 2002). Sob a perspectiva dele, educar se traduziria em mediar o ensino – enquanto função docente –, verificando, incentivando e potencializando as atitudes colaborativas capazes de ampliar o desenvolvimento do aprendiz (Vygotsky, 2007).

Diante do objeto e das pessoas, portanto, cria-se um diálogo, gerando a interação sujeito–objeto e sujeito–sujeito, passando-se para a perspectiva dialógica (Freitas, 2002). Este fato pode fortalecer processos cognitivos pouco desenvolvidos como o da abstração, requerida para se imaginar um elemento químico na tabela periódica como um símbolo, ali representado, e que, ao mesmo tempo, encontra-se em variadas situações reais do dia a dia. Tal desenvolvimento cognitivo pode ser alcançado pela socialização ou pela zona proximal, como apregoa Vygotsky (2007), levando-se em conta a socialização com as diferenças estudantis, o que já se sabe e o que se pode aprender, trazendo ao indivíduo condições de se estabelecer, depois, o conhecimento por si.

Logo, agir sob a perspectiva sociointeracionista beneficia a condução didática e oportuniza, ao docente, conhecer melhor seus estudantes, favorecendo a avaliação da aprendizagem.

O conhecimento do contexto social dos alunos é de fundamental importância para o processo de ensino. Não é imperioso que o professor conheça um por um os alunos, mas que saiba das características do grupo como um todo. A partir delas, o professor trabalhará valores, conceitos, linguagens e atitudes. Podemos dizer o mesmo do conhecimento psicológico e cognitivo dos alunos, pois é a partir dessas informações que o professor poderá adequar seu planejamento e suas estratégias de ensino (Vasco, 2008, p. 43).

Em consonância, Paulo Freire (2019) afirma que o aprendiz não é um receptor de informações, mas um ser ativo, provido de concepções de mundo e que pode, a partir disto, colaborar no processo da própria aprendizagem. Ademais, quando o professor busca desenvolver a criticidade do aluno, deixa de ser mero depositante de conteúdos na mente deles e os desperta da ignorância opressora, aguçando a curiosidade, a investigação e a criatividade.

No contexto sujeito–objeto, por sua vez, as representações encontradas e elaboradas por um indivíduo se somam para gerar um repertório de recursos, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem. Tais representações

(signos), sejam palavras ou imagens, estabelecem relação entre a linguagem e o desenvolvimento cognitivo apontado por Vygotsky (2008), trabalhados primeiro em um plano social e depois no individual, contribuindo ao processo de pensamento. E, transpondo-se ao lócus escolar, elas podem facilitar e até avaliar a aprendizagem.

Moldados culturalmente, os signos integram um sistema semiótico para criar significados em constante evolução, a depender

das necessidades comunicativas de um conjunto social, como salienta Halliday (1978). Com isso, a comunicação nas aulas de química – apesar das regras e linguagens pré-estabelecidas – pode usufruir desta semiótica para interligar o repertório social e individual ao químico e vice-versa. Quando o interesse da turma esbarra nas dificuldades da linguagem química, oportunamente cabe usar representações para dar existência a uma nova compreensão ou representação semiótica social (Kress e Van Leeuwen, 2006).

Inserção da atividade

Foi aplicada uma sequência didática de cinco semanas (2 aulas de 50 min/semana), envolvendo desde a escolha do elemento químico por cada estudante e as orientações (semana 1) até exposições sobre a evolução histórica e a organização da tabela periódica, pelo docente, bem como pesquisas e a confecção dos FC, pelos discentes (semanas 2 e 3), culminando em uma socialização em sala de aula de cada FC (semanas 4 e 5).

As atividades ocorreram em uma escola estadual paulista de Araraquara, envolvendo 101 estudantes de três turmas de 1^{as} séries do ensino médio (P1 a P3). Previa-se, inicialmente, que o trabalho fosse desenvolvido de modo individual. Todavia, uma parte solicitou trabalhar em dupla, mediante as condições intelectuais e transtornos de atenção que possuíam. Os arranjos das duplas se deram pelos próprios discentes, por afinidade. Parte significativa do restante cogitou a formação de duplas, mas o docente ressaltou a importância de manter a situação individual para a maioria, para que

Na química, pode-se supor – erroneamente – que os conhecimentos são estanques e ensinar tabela periódica exigiria somente dominar o repertório sobre o tema, passando adiante tais informações. Entretanto, o ato de ensinar se dirige aos humanos, dotados de complexidade, temporalidade, inter-relações e particularidades com os conhecimentos e com os sujeitos.

obtivessem maior diversidade de elementos.

As pesquisas eram conduzidas pelos estudantes, principalmente com os próprios *smartphones*, já que a escola disponha de uma rede de internet sem fio que atendia essa possibilidade. O professor também direcionou as turmas para a sala de informática, que foi pouco procurada, e para a sala de leitura, apresentando o pequeno acervo de química. O alunado podia se ater aos momentos presenciais de pesquisa, nas aulas, mas poderia extrapolar esses momentos fora da escola.

Outra leva de estudantes fez a mesma solicitação pela insegurança, frente ao déficit de conteúdos que julgavam ter. Por fim, isto resultou em 74 *FC* produzidos: P1 = 26 *FC* (para 35 estudantes), P2 = 24 *FC* (30 estudantes) e P3 = 24 *FC* (36 estudantes).

O ponto de partida foi o conteúdo curricular previsto: “símbolos dos elementos e equações químicas”, a “organização dos elementos de acordo com suas massas atômicas na tabela periódica” e a “importância do ferro e do cobre na sociedade atual” (São Paulo, 2011). Mas com a inserção de outros elementos, em decorrência da sequência didática trabalhada, o repertório curricular original foi ampliado.

Como ferramenta pedagógica, os *flash cards* (*FC*) foram propostos para apoiar o processo didático-pedagógico em torno do tema tabela periódica, visando estimular o corpo estudantil a interagir com a temática pelo uso dos *cards*, almejando favorecer a aprendizagem com trocas de informações, processos de revisões ou ser fonte de informações, para a parte docente, para guiar a sequência didática e formular atividades avaliativas.

Os *FC* foram inicialmente esboçados em folhas A4 e então repassados em definitivo para cartolinas, dimensionadas em 15 cm x 10,5 cm. Foi solicitado que em uma das faces do *FC* se apresentasse o símbolo do elemento químico de escolha, enquanto no verso fossem dispostas informações importantes em três tópicos, fazendo-se alusão ao *WWW* da internet e ao *what*, o *where* e o *with* da língua inglesa, como esquematizado pela Figura 1.

O trocadilho entre a linguagem da internet e a inglesa intencionava gerar a atenção estudantil para a possibilidade de se ter, com o *FC*, uma linguagem quase própria da química, experimentada em sua aquisição e comparável às outras linguagens durante a aprendizagem. Sobretudo, indicou-se que a busca de informações ampliaria o repertório dos envolvidos, colocando-os mais ativos no processo.

Após a entrega definitiva dos *FC*, pelos estudantes, e as devidas correções finais do docente, os *FC* ficaram à disposição para consultas de cada turma, atendendo iniciativas próprias do alunado ou quando requerido o uso pelo docente, durante as aulas.

A socialização proposta, para o encerramento da sequência didática, envolveu o alunado e trouxe o seu ponto de vista sobre a temática, o elemento de cada um e a percepção geral da produção da turma e da própria ferramenta. O compartilhamento de tudo isso se deu como um diálogo coletivo, não requerendo formalismos de apresentação de cada indivíduo

diante dos colegas. A partir disso, explorou-se os caminhos das aulas vindouras, apoiadas pela geração de informações vindas da socialização dos *FC*.

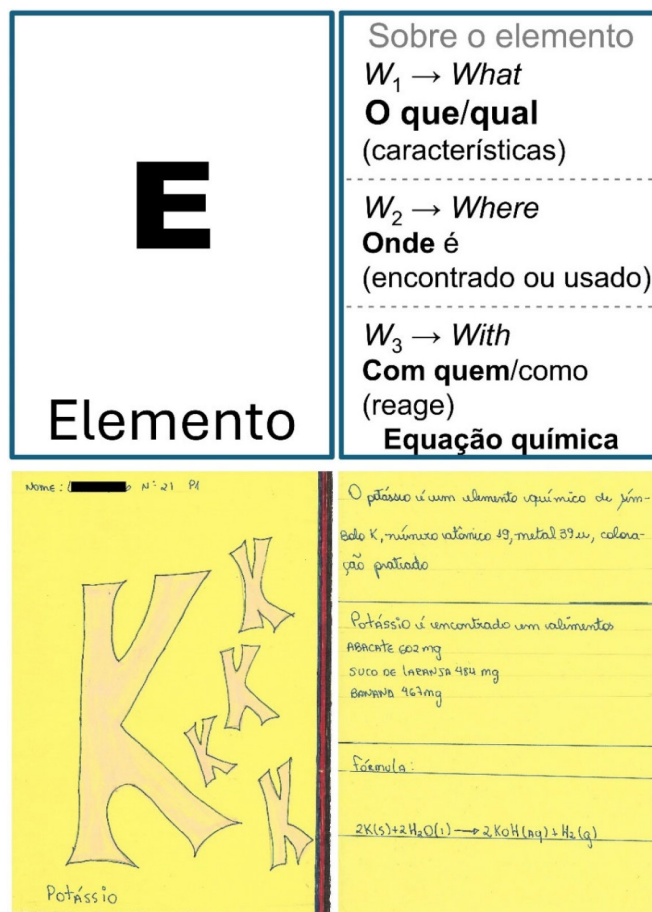


Figura 1: Esquema geral abordado nas orientações (quadrantes superiores) e um exemplo de *FC* (quadrantes inferiores). Nos quadrantes à esquerda, frentes dos *FC* representando o nome e o símbolo. Nos quadrantes à direita, o verso com os seus conteúdos textuais. Fonte: autoral.

Avaliação dos *flash cards* entregues

Os *FC* foram analisados para se verificar como as representações demonstravam as compreensões científicas, aplicando-se a ferramenta analítica de representações visuais proposta por Tang *et al.* (2019), que codifica três significados semióticos: apresentacional (1), orientativo (2) e organizacional (3). Suas principais categorias são: associação, espacial e movimento (para 1), perspectiva e modalidade (para 2), conectividade e contextualização textual (para 3). Há ainda ampla subcategorização, contudo o foco deste trabalho foi analisar a codificação organizacional na contextualização textual dos *FC*.

De 35 elementos indicados ao total, 13 deles coincidiram entre as turmas (Figura 2).

Segundo alguns depoimentos estudantis, o interesse nos aspectos militares e na 2ª Guerra Mundial os levou a escolher elementos como urânio e plutônio, comumente não trabalhados no primeiro ano do ensino médio por conta das

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Figura 2: Representação da tabela periódica e dos elementos químicos envolvidos nos FC. Elementos indicados pelas três turmas estão destacados em preto, aqueles indicados pela turma P1 com cor ou destaque vermelho, pela P2 com cor/destaque azul e P3 cor verde. Fonte: autoral.

limitações em se tratar da reatividade deles ou das escassas utilidades cotidianas.

Metais de transição, além de ferro e cobre, sugeridos unicamente no currículo, também foram escolhidos, justificados pelo envolvimento de tais elementos em aspectos cotidianos marcantes: ouro e prata em adornos preciosos, mercúrio em termômetros, platina em próteses e chumbo em baterias. Isto denota a importância de se ter o estudante como referencial para encaminhar estratégias de ensino, como destaca Paulo Freire (2019). Tais indícios servem para içar o conhecimento prévio do alunado, corroborando na geração dos conhecimentos.

Dois alunos da turma P1 não entregaram seus FC. Um deles supôs “ter que decorar [sic] mais elementos para a prova e isso era [sic] ruim”. Contudo, mudou o seu julgamento durante as atividades, pois os FC “pareciam formas interessantes de aprender a tabela”. Ambos estiveram presentes em grande parte da sequência de aulas, interagiram normalmente com a turma e, muitas vezes por curiosidade, pesquisaram informações sobre elementos dos colegas.

Escolhas aleatórias ou curiosas foram poucas, a citar as indicações do rádio, imaginado como essencial ao funcionamento do eletrodoméstico homônimo; nióbio, tungstênio, gálio, antimônio e európio foram, segundo os envolvidos nas escolhas, mera curiosidade.

Exemplificando-se a produção seguem alguns dos FC entregues, na Figura 3.

Representações visuais pela semiótica

Imagens são importantes materiais de ensino-aprendizagem, promovendo mecanismos de raciocínio e demonstração da compreensão científica, segundo trabalhos da semiótica social (Halliday, 1978; Kress e Van Leeuwen, 2006; Tang *et al.*, 2019). Elas favorecem conhecer o pensamento estudantil, coadunando-se com Vygotsky e Freire, apontados neste trabalho.

Como a própria química é repleta de representações visuais, é pertinente esperar que a manifestação dos conhecimentos discentes também se efetue por representações visuais. E nessa linha multimodal de representações os estudantes podem elaborar suas respostas (representações visuais) ao seu modo, interagindo com a figura docente, se necessário, para dialogar a respeito ou mesmo reelaborar a imagem ou representação do conhecimento.

A visualização de imagens, como dados, amplifica as possibilidades de interpretações das relações expressas pelo alunado, seja dos conteúdos ou dos aspectos subjetivos arraigados aos pensamentos deles, por vezes não passíveis de uma sistematização textual convencional. Como a própria química é repleta de representações visuais, é pertinente esperar que a manifestação dos conhecimentos discentes também se efetue por representações visuais. E nessa linha multimodal de representações os estudantes

podem elaborar suas respostas (representações visuais) ao seu modo, interagindo com a figura docente, se necessário, para dialogar a respeito ou mesmo reelaborar a imagem ou representação do conhecimento.



Figura 3: Exemplos das faces de alguns FC contendo os respectivos nomes dos elementos químicos, seus símbolos e suas estilizações. Fonte: autoral.

Abordando-se a contextualização textual, o Quadro 1 sintetiza as informações obtidas.

Sobre o padrão estabelecido, a menção das características e a classificação do elemento (W_1), no Quadro 1, foram incluídas em quase 78% dos cards (P3, 28 FC) a 97% (P2, 29 e P1, 34 FC) dos casos. Este item visava observar as relações estabelecidas entre o elemento de escolha, um traço marcante dele (exemplo: metal condutor de eletricidade) e a tabela periódica.

W_2 correlacionou a aplicação na visão cotidiana estudantil e foi contemplado na quase totalidade dos FC: P2 ≈93%, P1 = 94% e P3 = 100%. Esta subcategoria oportunizou, aos

discentes, a iniciativa de pesquisar e relacionar situações históricas ligadas à descoberta em certos casos, a presença do elemento na natureza e suas aplicações industriais. Estreitou-se, assim, a troca de informações durante os debates.

Para W_3 , se esperava alguma menção textual ou simbólica, como e/ou com “quem” o elemento reage, objetivando aprofundar a necessidade das ligações químicas. Isto reforçava a variabilidade possível de combinações entre os elementos, fato destacado nos FC semelhantes, que traziam reações químicas diferentes. Cerca de 83% de todos os FC se adequaram ao item.

Sobre as equações químicas, estas tiveram índices muito

Quadro 1: Dados envolvendo o padrão requerido e ao contexto textual dos FC, por turma.

	Subcategoria	Nº de flash cards		
		P1	P2	P3
Padrão (Elemento)	W_1 : O que é (características)	34	29	28
	W_2 : Onde é encontrado ou utilizado	33	28	36
	W_3 : Com “quem” ou como reage	30	25	30
	Equação química correta	17	4	10
Contexto textual (FC)	Estilização (cores, desenhos ou grafia)	25	27	27
	Com representação visual na face	1	1	5
	Com representação visual no verso	1	1	1

Fonte: autoral.

baixos de acerto: P1 $\approx 49\%$, P2 $\approx 13\%$ e P3 $\approx 28\%$, justificado pela não abordagem do conteúdo reações químicas até aquele momento. Todavia, a intenção docente era de aproximar o corpo estudantil de temáticas relacionadas à tabela periódica, apontando-se a importância de se consolidar uma boa compreensão dela e das propriedades dos elementos químicos. O diagnóstico da linguagem química, naquele momento, já poderia ser trabalhado ou retomado posteriormente.

Apesar de um expressivo número de FC se adequarem ao item W_3 ($\approx 83\%$) e, contraditoriamente, as equações químicas serem expressas nos cards de um modo relativamente menor, cabe destacar que o conteúdo reações químicas coincide, mas deveria ser expresso pelos estudantes, em W_3 , sob o formato textual (como o elemento no seu devido contexto se comportava quimicamente). Por outro lado, trazer a equação química envolvendo o elemento requeria, do alunado, uma série de atributos de linguagem química ainda não abordados naquele momento. No trabalho sequencial docente este era um passo anterior, ou que daria bases, para se tratar posteriormente o conteúdo reações químicas na íntegra, incluindo-se a linguagem química nas formas de equações, fórmulas e demais representações.

As representações corretas em maior peso na turma P1 encontram possível explicação de a turma ter o mesmo professor nas disciplinas de física e química, favorecendo uma possível transdisciplinaridade, tratando das relações físicas no contexto químico e vice-versa. Claro que também se percebeu uma proatividade mais acentuada da turma P1, fosse pela dupla presença do professor e de suas intervenções, fosse pelo mérito de quase 50% da turma ter maior desenvoltura e expressar as equações químicas antes mesmo de ter sido trabalhado tal conteúdo.

Sob a análise semiótica na estilização da abordagem textual, a maioria personificou seus FC. Entre 25 e 27 FC por turma ($\approx 71\%$ a 90%) foram incrementados com cores, desenhos ou grafias e isto, segundo vários alunos, “dava a cara deles” ao trabalho. Da intencionalidade pedagógica isto era desejado, pois poderia trazer maior apropriação conceitual aos estudantes. Na Figura 3, para citar, um dos FC do potássio teve a simbologia disposta com uma repetição analógica a risos, típica das trocas de mensagens nas redes sociais contemporâneas da internet.

Apesar disso, representações visuais alusivas aos elementos foram pouco exploradas, traduzindo-se em apenas um FC para a turma P1 e um para a P2. Foram mais presentes na P3, atingindo 14% dos casos. Sobre as representações da P3 tivemos: a) uma cápsula mimetizando um personagem humanoide com o símbolo do magnésio $\rightarrow$ segundo a autora, representava o “suplemento capaz de melhorar a saúde” de quem toma [coerente com o que se observa em propagandas sobre suplementos e componentes contendo magnésio]; b) A ilustração da personagem Yoda (filmes *Star Wars*) em um FC do iodo $\rightarrow$ “era fã dos filmes [a aluna] e o nome era parecido, me fez ter mais curiosidade pelo elemento” [obviamente a representação não condizia com o elemento]; c) menções de barra de ouro, cifra e “armadura de ouro”

[associações comuns do valor agregado ao elemento ouro e seus objetos]; d) potássio com o símbolo rodeado de bananas, destacando a fonte nutricional [coerente com a composição incidente deste elemento em bananas]; e) elemento rádio com a representação de um modelo atômico associado a Rutherford-Bohr, ao lado do símbolo $\rightarrow$ para a elaboradora era algo conectado ao quesito radioatividade, “pois esta vinha do núcleo dos átomos” [neste caso, a concepção trazia um núcleo destoante, pois na imaginação dela “ter uma atividade nuclear fazia pensar que o núcleo deveria ser maior que o normal”].

O caso do rádio indica a importância das representações visuais como forma aproximativa da dedução do alunado ao dispor deste recurso para expor os pensamentos. Talvez a concepção errônea permanecesse com a jovem se ela não expusesse tal representação, mas, ao fazê-la, possibilitou a mediação docente na reparação do processo de aprendizagem.

Considerando-se a necessidade de abstração por parte dos aprendizes para os mais diversos conteúdos químicos, principalmente ao tratar de situações microscópicas, fazem-se pertinentes as representações. Com isso, além de se levar as representações prontas, o professorado pode explorar desenhos dos próprios educandos, verificando a percepção estudantil que, segundo a literatura, apoiam a compreensão científica mais que as próprias representações levadas para eles (Tang *et al.*, 2014).

A estilização de características dos elementos, nos FC, a exploração das reações ou as falas estudantis, durante as socializações, resultara temas geradores para se abordar, nesses diálogos ou nas aulas seguintes, as relações dos elementos em grupos na tabela, como os comportamentos físicos e químicos entre substâncias semelhantes de uma mesma família, a citar o caso de Cl_2 , Br_2 e I_2 ; também as propriedades periódicas raio atômico e eletronegatividade ganharam destaque. Observações de características díspares entre metais e ametais ou comparações entre os mais diversos metais e suas propriedades específicas nos materiais, como densidade e ponto de fusão, ou mesmo as relações socioambientais e socioeconômicas, na exploração de minerais que resultam no isolamento de metais de usos mais conhecidos, como ferro, cobre, alumínio e ouro, foram trabalhadas.

A percepção discente sobre os flash cards

De modo geral, os discentes julgaram a atividade estimulante para o entendimento da tabela periódica, ao contrário do que muitos deles ouviam antes sobre as dificuldades de colegas acerca deste conteúdo. Poucos apontaram ter visto a temática no ensino fundamental e, quando ouviam alguma menção, essa envolvia a cobrança para memorizarem certos elementos. Com os FC, sentiram-se mais confortáveis frente ao conteúdo tabela periódica.

Outro fato importante durante a sequência foi concernente à disponibilidade dos FC para a consulta, favorecendo a cooperação e o intercâmbio de conhecimentos, conforme teorizado por Vygotsky (2007), partindo-se, geralmente,

do sábio ao menos conhecedor. Quando algum educando apresentava dúvidas ele recebia auxílio do próprio elaborador do FC. Por isso esta foi uma ferramenta pedagógica peculiar para auxiliar no aprendizado: produzida pelo alunado, acessível para eles e carregando suas marcas estilísticas.

Percebeu-se, sob as múltiplas representações, a personificação em cada FC, quando da estilização de letras ou de incrementos artísticos, retratando a marca individual na “leitura” da função e uso do elemento. Isto tornou o FC uma extensão de pensamentos do aprendiz, estabelecendo inter-relação com a tabela periódica. A proposta também ofertou condições do professor analisar o viés do alunado sobre os elementos e suas características solicitadas.

O artigo de Tang *et al.* (2019) aponta que a representação visual gerada pelos alunos os ajuda no processo de raciocínio e facilita, por parte deles, a explicação para terceiros, bem como a demonstração do pensamento e da compreensão científicos.

A transposição individual → coletivo foi proveitosa, já que na dialogicidade das aulas foi notada uma constante participação estudantil nos debates, envolvendo comentários, de cada um, sobre o próprio FC elaborado ou mesmo o diálogo e comentários sobre outros FC. Notaram-se os distintos graus de entendimento e as percepções sobre a atividade, acerca dos elementos, sendo tais diferenças colocadas sob o olhar coletivo e conduzidas também pelos estudantes, como sujeitos colaborativos da mediação do conhecimento ali trabalhado.

Houve uma troca significativa de informações envolvendo o corpo estudantil, a citar situações históricas de isolamento dos elementos até os modos de obtenção da natureza e os processos industriais, conduzindo-se, a partir disso, revisões de conteúdos anteriores como transformações físicas de estado da matéria, misturas e separações e propriedades físicas específicas (exemplo: densidade, pontos de fusão e de ebulição).

Certos mitos foram debatidos, a exemplo do ouro ser nobre ao ponto de não reagir quimicamente: dialogamos que o ouro metálico é passível de sofrer transformações químicas. Foi tratada, entre outras situações relevantes, a importância do lítio na sociedade contemporânea, perpassando desde a sua aplicação na composição do carbonato de lítio, o primeiro fármaco antidepressivo, até a sua indispensável utilização em baterias, obtidas sob custas de degradação ambiental e de situações precarizadas de trabalho.

Considerações finais

O trabalho apresentou uma ferramenta pedagógica para

o ensino de tabela periódica: o *flash card*; concebido por preceitos analógicos (cartões de papel) e digitais (internet), compatibilizando-se viabilidade material e o ambiente de vivência virtual dos jovens. Sua aplicação ampliou consideravelmente os elementos químicos tratados no currículo, estabelecendo apropriação dos saberes e interesses prévios estudantis para conduzir as aulas.

De 35 diferentes elementos escolhidos por todos os estudantes, 24 a 26 foram distintos por turma. O atendimento ao padrão solicitado quanto às características do elemento (W_1), onde ele é encontrado ou utilizado (W_2) e com “quem” ou como reage quimicamente (W_3) foi amplamente contemplado. Teve-se, para W_1 , 77% a 97% de FC adequados ao referido item. Para W_2 , 93 a 100% dos FC apresentaram corretamente as informações e, para W_3 , mais de 83% dos FC trouxeram o aspecto reatividade.

Contudo, poucos casos apresentaram equações químicas corretas (entre 13 e 49% dos casos), justificando pelo tema não ter sido trabalhado previamente. Todavia, a intenção docente era atrelar a tabela periódica ao conteúdo estipulado para o bimestre e demonstrar a importância dela para consultas frequentes dali por diante, já que a temática se aplicaria no futuro.

Diante da relação textual no campo semiótico, a estilização com cores, desenhos ou grafias possibilitou maior envolvimento discente com o assunto tabela periódica. De tal modo, 71–95% apresentaram FC estilizados. Entre as turmas P1, P2 e P3, envolvidas com este trabalho, a representação visual alusiva aos elementos químicos – na face dos FC – foi muito baixa, com maiores incidências para a P3 (≈14%).

Por fim, grande parte do alunado apontou que o uso dos FC foi estimulante e facilitou o entendimento da função que a tabela periódica exerce, agregando informações dos elementos químicos. Comentaram, de maneira geral, que o uso dos FC os instigou a buscar informações e a dialogar mais sobre os conteúdos tratados durante as aulas, trocando assim experiências com os elementos pesquisados. Afirmaram ainda que o fato de se envolverem na sequência didática com a preparação de materiais, interagindo entre eles e com o professor e, principalmente, por terem elaborado os *flash cards* sob as escolhas e o estilo deles – dentro das orientações previamente estabelecidas –, foi muito motivante para a aprendizagem do conteúdo.

Rodrigo Alves de Souza (rodrigo.alves.souza@ifb.edu.br) é licenciado, mestre e doutor em química pela Unesp e é pós-doutor em ciências biológicas pela mesma universidade. Atualmente é professor efetivo no Instituto Federal de Brasília.

Referências

- CÉSAR, E. T.; REIS, R. C. e ALIANE, C. S. M. Tabela periódica interativa. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 180-186, 2015.
- CUNHA, M. F. *A dimensão pedagógica da tabela periódica no ensino de conceitos químicos*. Dissertação de Mestrado Profissional em Química, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.
- CUNHA, M. F. e CORRÊA, T. H. B. A tabela periódica em fascículos: uma proposta de objeto educacional. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 4, n. 2, p. 75-87, 2020.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. *M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FIALHO, N. N.; VIANNA FILHO, R. P. e SCHMITT, M. R. O Uso de mapas conceituais no ensino da tabela periódica: um relato de experiência vivenciado no PIBID. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 267-275, 2018.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 71ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- FREITAS, M. T. A. A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa. *Cadernos de Pesquisa*, v. 116, p. 21-39, 2002.
- HALLIDAY, M. A. K. *Language as social semiotic: the social interpretation of language and meaning*. London: Hodder Arnold, 1978.
- KRESS, G. e VAN LEEUWEN, T. *Reading images: the grammar of visual design*. 2ª ed. London: Routledge, 2006.
- LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. F. e BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, p. 7-24, 2013.
- LEITE, H. S. A. e PORTO, P. A. Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX. *Química Nova*, v. 38, n. 4, p. 580-587, 2015.
- MARQUES, G. T. S. *Química: histórias da química*. Fortaleza: UEE, 2019.
- MARTINS, M. S. P. e CAVALCANTI, H. L. B. Supernova: um jogo didático que aborda a tabela periódica e os elementos químicos utilizando a astronomia. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 3, p. 187-194, 2023.
- MEHLECKE, C. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da tabela periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 3, p. 521-545, 2012.
- MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Em 2022, Brasil registrou 9,5 mil escolas sem acesso à internet. Agência Nacional de Telecomunicações, 4 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/em-2022-brasil-registrou-9-5-mil-escolas-sem-acesso-a-internet>, acesso em mai. de 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. ONU celebra 150 anos da descoberta da tabela periódica dos elementos químicos. ONU News, 29 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/01/1657372#:~:text=O%20ano%202019%20assinala%20o,%2C%20Ci%20C3%A4ncia%20e%20Cultura%2C%20Unesco>, acesso em maio 2024.
- SÃO PAULO (Estado). *Currículo do estado de São Paulo: ciências da natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Secretaria da Educação, 2011.
- SILVA, M. A.; NICOLETE, P. C.; TAROUÇO, L. M. R. e SANTOS, A. Informática na educação básica pública brasileira: análise sobre sua importância, tendências e desafios. *ETD - Educação Temática Digital*, v. 23, n. 3, p. 793-815, 2021.
- SOLER, M. A. S. e LUCIA, O. R. L. Experiência didática inovadora em classe de química sobre a tabela periódica. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 4, n. 2, p. 62-74, 2020.
- TANG, K.-S.; DELGADO, C. e MOJE, E. B. An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. *Science Education*, v. 98, n. 2, p. 305-326, 2014.
- TANG, K.-S.; WON, M. e TREAGUST, D. Analytical framework for student-generated drawings. *International Journal of Science Education*, v. 41, n. 16, p. 2296-2322, 2019.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. e CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v. 20, n. 1, p. 103-117, 1997.
- TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E. e TOLEDO, E. A. Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.
- VASCO, P. M. *Prova. Um momento privilegiado de estudo não um acerto de contas*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.
- VIANNA, N. S.; CICUTO, C. A. T. e PAZINATO, M. S. Tabela periódica: concepções de estudantes ao longo do ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 4, p. 386-393, 2019.
- YIGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- YIGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- XAVIER, L. L. V.; SILVA, P. H. C. e SILVA, J. C. F. A relevância da tabela periódica como instrumento pedagógico na compreensão dos conteúdos de química no ensino médio. In: ENCONTRO DO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INCENTIVO À DOCÊNCIA (PIBID), Pirenópolis-Goiás. *Resumos (UEG)*, v. 1. p. 162-168, 2013.
- YOUTUBE. *Periodic videos*. 2005-2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/periodicvideos>, acesso em mai. de 2024.

Abstract: *Flash cards of the periodic table.* The work deals with a pedagogical tool named flash card (FC), which combines the analogical and the digital in the conception of its manufacture, attaching materials of easy acquisition with researches from the internet. The tool, designed to encourage multiple representations in semiotic field, was intended to help conduct a didactic sequence on the periodic table, in order to support a greater understanding of the properties of chemical elements and their relationships. The sequence involved 101 students from the 1st year of secondary school at a public school, who produced the FC; along with this, there were lectures, dialogues and debates, using the knowledge produced collectively. With this, the sequence made it possible to work with many elements (24-26 per class, chosen by the students), with a specific profile for each class, generating visual representations that were analyzed. Finally, the FC provided an interesting way of learning the periodic table, according to the students.

Keywords: flash card, periodic table, didactic sequence