

O ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIÓDICA E O ENSINO DE QUÍMICA: DAS CARTAS AO DIGITAL

Bruno S. Leite^{*a, b}^aUnidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 56909-535 Serra Talhada – PE, Brasil

Recebido em 26/12/2018; aceito em 21/03/2019; publicado na web em 18/04/2019

THE INTERNATIONAL YEAR OF THE PERIODIC TABLE AND THE TEACHING OF CHEMISTRY: FROM LETTERS TO DIGITAL. Proclaimed by UNESCO the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements in 2019 (IYPT 2019) will commemorate a remarkable series of important milestones in the history of the periodic table of chemical elements. The periodic table is a valuable instrument for chemistry teaching and their study is important in the development of key chemical concepts. In this sense, this paper aims to present a systematic review of the literature on the productions involving the periodic table in the chemistry teaching, sought answer how the periodic table has been used in the chemistry teaching and what didactic strategies used. For this, a systematic review was carried out in six chemistry journals (with papers in the area of Chemical Education) in the period 2009-2018. During the review, we found four categories (level of education, approach, strategy, didactic/pedagogical resource). The results show that of the 28 articles analyzed, 40% of the publications used didactic/pedagogical approaches. Furthermore, it was possible to observe that ludicity (43%), bibliographic survey (25%) and didactic sequences (18%) represented the strategies most used in these articles. Finally, was evidence that card games, board games, and digital games are the most used didactic/pedagogical resources in the journals' publications.

Keywords: periodic table; chemistry teaching; systematic review; didactic strategies; IYPT 2019.

INTRODUÇÃO

Durante a 74ª Reunião Plenária em 20 de dezembro de 2017, a 72ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) proclamou o ano de 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (IYPT 2019).^{1,2} Ao anunciarem um ano internacional focando a tabela periódica e suas aplicações, a ONU reconhece a importância da Química nos mais diversos setores da sociedade. Cabe ressaltar que, a proclamação do IYPT 2019 teve suas origens no 20º Congresso Mendeleev, realizado em 30 de setembro de 2016 em Ekaterinburg, na Rússia, em que votaram 3000 participantes pela realização do IYPT em 2019.³ A federação Russa de Química encaminhou para a ONU a proposta para proclamação do IYPT 2019. Além disso, durante a Assembleia Geral da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) em São Paulo, em Julho de 2017, realizada concomitantemente com a 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, o Conselho da IUPAC aprovou por unanimidade a resolução do Comitê Executivo da IUPAC (Pequim, China, de novembro de 2016) em favor da proclamação de 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos.⁴

A Tabela Periódica dos Elementos Químicos é mais do que apenas um guia ou catálogo de todos os átomos conhecidos no Universo; é essencialmente uma janela para o Universo, ajudando a expandir nossa compreensão de mundo. O desenvolvimento da Tabela Periódica é uma das realizações mais significativas da Ciência e um conceito científico unificador, com amplas implicações na Química, Física, Biologia, Astronomia e em outras Ciências. Ela é um recurso que permite os cientistas prever as características e as propriedades da matéria na Terra e no Universo. Diversas áreas tiveram impacto revolucionário a partir das contribuições da Tabela Periódica (por exemplo, medicina nuclear, estudo de elementos e compostos químicos no espaço e na previsão de novos materiais).

Nos últimos 100 anos, a Ciência evoluiu rapidamente na compreensão de como os elementos encontrados na natureza são formados.

Pela primeira vez em toda a sua história a Tabela Periódica aparece “mais completa”: todos os elementos de seus 7 períodos foram descobertos e adquiriram seus nomes finais (Figura 1) – Recentemente, em 28 de novembro de 2016 a IUPAC aprovou^{3,5} o nome e símbolo de quatro novos elementos que foram adicionados à Tabela Periódica: nihônio (Nh), moscóvio (Mc), tennesso (Ts) e oganessônio (Og), aplicados aos elementos 113, 115, 117 e 118, respectivamente.

O IYPT 2019 coincide com o aniversário de 150 anos da descoberta do Sistema Periódico pelo cientista russo Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) em 1869 e com o Centenário da IUPAC.¹ Ele foi o primeiro a perceber que as propriedades dos elementos químicos são periódicas em sua natureza. A tabela proposta por Mendeleev, embora diferente da tabela que utilizamos atualmente, foi o primeiro trabalho em que havia uma relação vertical, horizontal e diagonal de propriedades dos elementos. Mendeleev tinha certeza de que sua descoberta levaria a avanços consideráveis na Ciência. O elemento 101 foi chamado de mendelévio em reconhecimento aos feitos de Mendeleev.

Diante das inúmeras contribuições que a tabela periódica proporcionou a ciência, o objetivo desta pesquisa é analisar os trabalhos envolvendo a tabela periódica no ensino de química. Assim, questionamos:

- Como a tabela periódica tem sido utilizada no ensino de química?
- Quais foram as estratégias didáticas utilizadas?

No intuito de alcançar essas respostas, o mapeamento dar-se-á por meio de uma revisão sistemática de literatura. Destarte, buscamos fornecer contribuições para a compreensão das estratégias didáticas que têm sido utilizadas no uso da tabela periódica no Ensino de Química.

Na próxima seção, destacamos uma concisa discussão sobre a história da tabela periódica, não tendo como objetivo realizar uma historiografia. Na seção seguinte descrevemos os caminhos metodológicos aplicados para a coleta e análise dos dados neste estudo. Os resultados alcançados durante a pesquisa estão descritos na seção Resultados e Discussão. A última seção se dedica às considerações finais acerca da temática e algumas percepções extraídas da pesquisa.

*e-mail: leitebrunosilva@gmail.com

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key:
 atomic number
 Symbol
 Name
 conventional atomic weight
 standard atomic weight

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 1 December 2018.
 Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Figura 1. Tabela Periódica dos Elementos da IUPAC. Extraído de IUPAC⁶

UMA BREVE HISTÓRIA DA TABELA PERIÓDICA

A comemoração do IYPT 2019 destaca uma série notável de marcos importantes na história da tabela periódica. Não é nosso intuito apresentar uma história da tabela periódica, contudo destacamos alguns momentos que contribuíram para a construção da tabela que conhecemos atualmente.

Um dos cientistas mais conhecidos entre os químicos, o francês Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), em 1789, publicou uma lista de 33 elementos químicos agrupados em gases, metais, não-metais e terrosos.^{4,7} Essa seria uma primeira tentativa (registrada) de organizar os elementos químicos. Em meados do século XIX, 63 elementos químicos já haviam sido descobertos, e buscas por encontrar regularidades neste conjunto foram feitas repetidamente. Em 1829, o químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) observou que quando muitos dos elementos eram agrupados em três (tríades) com base em suas propriedades químicas e organizados por peso atômico, o segundo membro de cada tríade era aproximadamente a média do primeiro e do terceiro elemento próximo do original, o que ficou conhecido como a Lei das Tríades.^{4,8}

Em 1849, Germain Henri Ivanovitch Hess (1802-1850), introduziu a ideia de “família” de elementos químicos em seu livro sobre Fundamentos da Química Pura.⁷ Hess descreveu quatro grupos de não metais com propriedades químicas semelhantes. Jean Baptiste A. Dumas (1800-1884), em sua busca por explicar o trabalho de Döbereiner, estabeleceu, em 1851, relações numéricas entre os pesos atômicos de algumas famílias de elementos.⁷ Ele publicou dois artigos (em 1858 e 1859)^{9,10} em que tentou desenvolver a visão de que para a classificação dos elementos era possível descobrir relações “geradoras” similares àquelas que definem a série de compostos orgânicos. Os elementos poderiam ser divididos em “famílias naturais”. Os pesos atômicos de todos os membros da mesma família estavam ligados por uma simples relação aritmética; eles aumentavam em múltiplos de dezesseis. Outras tentativas foram feitas para sistematizar elementos químicos, contudo nenhum dos modelos apresentados, até então, atraiu a atenção da comunidade científica.¹¹

Após a primeira Conferência Internacional dos Químicos, em setembro de 1860 em Karlsruhe (Alemanha), ficou claro que vários cientistas notaram algumas regularidades entre os elementos

químicos. A primeira tentativa de organizar os elementos em ordem crescente de pesos atômicos foi realizada pelo geólogo Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) em 1862,^{8,12} que colocou os elementos ao longo da hélice (dispôs os elementos conhecidos ao longo de uma espiral cilíndrica inclinada a 45°) e observou a recorrência cíclica frequente de suas propriedades químicas ao longo do eixo vertical. Chancourtois contribuiu com o desenvolvimento da tabela periódica por meio do parafuso telúrico (*vis tellurique*), um arranjo tridimensional dos elementos que constitui uma forma inicial da classificação periódica. O parafuso telúrico traçou os pesos atômicos dos elementos na parte externa de um cilindro, de modo que uma volta completa correspondeu a um aumento de peso atômico de 16. Essa disposição significa que certos elementos com propriedades semelhantes aparecem em uma linha vertical. Embora o parafuso telúrico não exibisse corretamente todas as tendências que eram conhecidas na época, Chancourtois foi o primeiro a usar um arranjo periódico de todos os elementos conhecidos, mostrando que elementos similares aparecem em pesos periódicos de átomos.

Em 1864, William Odling (1829-1921), após outras tentativas (em 1857 publicou uma classificação de 13 grupos baseados nas tríades), organizou um sistema de classificação dos elementos unindo-os em grupos com propriedades análogas (propriedades dos seus compostos) e seguindo a ordem crescente de seus pesos atômicos.⁷ A tabela proposta por Odling considerava as propriedades dos elementos e dos compostos, sendo discutida pela comunidade científica na época e considerada uma das precursoras da classificação periódica.

Em 1866, o químico e músico John Alexander Reina Newlands (1837-1898) notou que havia similaridades entre elementos com pesos atômicos que diferiam por sete (a propriedade de uma dada substância se repetia na oitava substância, seguindo a ordem crescente dos pesos atômicos).^{7,8} Ele chamou isso de “A Lei das Oitavas”, fazendo uma comparação com as oitavas da música. Entretanto, Newlands não deixou nenhuma lacuna para os elementos não descobertos em sua tabela e, às vezes, teve que inserir dois elementos em uma caixa para manter o padrão. Newlands insistia em encontrar harmonia musical mística na tabela.¹¹ Ademais, os gases nobres (Hélio, Néon, Argônio etc.) só foram descobertos mais tarde, o que explica o porquê havia uma periodicidade de 7 e não 8 na tabela de Newlands. Embora tenha sido zombado pelos presentes na *Chemical Society* em Londres

ao relatar seus achados (um deles perguntou sarcasticamente se Newlands havia tentado organizar os elementos em ordem alfabética),¹³ esta sociedade reconheceu seus feitos em 1887 lhe concedendo a Medalha *Davy of the Royal Society*.

No período de 1864-1870, o médico Julius Lothar Meyer (1830-1895), quatro anos mais velho que Mendeleev, produziu várias Tabelas Periódicas. Em 1864 publicou sua primeira tabela contendo apenas 28 elementos dos 56 elementos conhecidos e organizados por sua valência (com quantos outros átomos eles podem combinar). Esses elementos eram quase todos elementos do grupo principal, mas em 1868 ele incorporou os metais de transição em uma tabela muito mais desenvolvida. Esta tabela de 1868 listou os elementos em ordem de peso atômico com elementos de mesma valência dispostos em linhas verticais, semelhantes à Tabela de Mendeleev. Infelizmente para Meyer, seu trabalho não foi publicado antes da publicação da tabela periódica de Mendeleev. Meyer reconheceu as tendências periódicas nas propriedades dos elementos. O gráfico elaborado a partir de sua tabela mostrava um padrão no volume atômico de um elemento quando plotado em relação ao seu peso atômico, além de Meyer admitir que sua tabela era, fundamentalmente, a mesma que fora proposta por Mendeleev.¹⁴

O dia 1º de março de 1869 é considerado como a data da descoberta da Lei Periódica. Nessa data, Mendeleev completou seu trabalho sobre "A experiência de um sistema de elementos baseado em seu peso atômico e semelhança química". Em 18 de março, uma versão melhorada foi apresentada à Sociedade Russa de Química em São Petersburgo.⁷ Mendeleev publicou seu primeiro diagrama da tabela periódica em 1869 no artigo "A Correlação de Propriedades com o Peso Atômico dos Elementos" (no *Journal of the Russian Chemical Society*).¹⁵ Ele desafiou alguns dos pesos atômicos conhecidos e previu que havia certos elementos ainda a serem descobertos (Figura 2).

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Ni =	Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
H = 1			Zn = 65,2	Cd = 112	
	Be = 9,4	Mg = 24	? = 65	Ur = 116	Au = 197?
	B = 11	Al = 27,4	? = 70	Su = 118	
	C = 12	Si = 28	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	N = 14	P = 31	Se = 79,4	Te = 128?	
	O = 16	S = 32	Br = 80	J = 127	
	F = 19	Cl = 35,5	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133
Li = 7	Na = 23		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137
			? = 45	Ce = 92	Pb = 207
			?Er = 56	La = 94	
			?Yt = 60	Di = 95	
			?In = 75,6	Th = 118?	

Figura 2. Tabela proposta por Mendeleev. Fonte: Mendeleev, 1869¹⁵

O avanço decisivo de Mendeleev reside no fato de que ele previu propriedades de cinco elementos e seus compostos, e deixou espaços na tabela de elementos a serem desvendados no futuro,¹⁶ três foram descobertos em um período de 15 anos (enquanto Mendeleev era vivo): o eka-alumínio denominado de Gálio (1875), o eka-boro chamado de Escândio (1879) e o eka-silício nomeado como Germânio (1886). Essa tabela (Figura 2) representava alguns avanços científicos, pois apresentava alguns espaços vazios, prevendo a existência de outros elementos, até então não descobertos; permitia prever as propriedades de alguns elementos ainda não descobertos, e; considerava várias propriedades químicas e físicas associadas aos elementos.

As observações publicadas em 1869 por Mendeleev, primeiro numa ordem vertical, mais tarde naquele ano em um arranjo horizontal, foram precedidas por descobertas de "regularidades" similares as de Chancourtois, Newlands, Odling e Meyer.¹¹ Apenas Meyer produziu um arranjo tabular bastante similar (logo após) ao

de Mendeleev, na qual publicou uma versão atualizada de sua tabela, que foi muito semelhante à de Mendeleev, em 1870. Mendeleev e Meyer foram homenageados por suas descobertas sobre as "relações periódicas dos pesos atômicos", compartilhando a Medalha *Davy of the Royal Society* em 1882.¹¹ Contudo, atualmente, Mendeleev é quase universalmente aceito como o criador da Tabela Periódica dos Elementos, talvez porque ele incluísse todos os elementos conhecidos e porque ele usou a Tabela de forma preditiva. Mendeleev escreveu as propriedades dos elementos em pedaços de cartas, e a tradição diz que, depois de organizar as cartas enquanto jogava paciência, "de repente" ele percebeu que, organizando as cartas do elemento em ordem crescente de peso atômico, certos tipos de elementos ocorriam regularmente. Nas palavras do próprio Mendeleev "Vi num sonho uma tabela em que todos os elementos se encaixavam como requerido. Ao despertar, escrevi-a imediatamente numa folha de papel"¹³ (p. 246). Apesar do fato de que algumas dessas previsões estavam incorretas e que em seu sistema não havia lugar para os Gases Nobres, ele ainda é geralmente aceito como "arquiteto-chefe", desde que descobriu o "sistema" periódico; somente mais tarde foi alterado para "Tabela", como usamos agora na Tabela Periódica dos Elementos.

A Tabela Periódica foi descoberta em uma época em que estruturas atômicas e elétrons eram desconhecidos e equipamentos para purificar e separar elementos ainda eram primitivos.¹¹ As descobertas de Mendeleev, Meyer e outros, portanto, devem ser vistas como imensas. As histórias das descobertas dos elementos químicos da tabela periódica são muitas vezes uma ótima inspiração para os "iniciantes" na Química. O fato de William Ramsey conseguir acrescentar uma nova coluna à tabela periódica é de se admirar. Muitos desconhecem que Ramsey originalmente pensava que o argônio era uma mistura de três gases com pesos atômicos quase idênticos que ele denominou de *Anglium*, *Scotium* e *Hibernium*.¹⁷ De maneira similar desconhecem o fato de várias mulheres terem contribuído significativamente para a descoberta de elementos da tabela periódica,⁴ alguns exemplos foram:

- ✓ Marie Sklodowska-Curie (1867-1934) pela descoberta do rádio (Ra) e polônio (Po). Além de ter recebido o prêmio Nobel em 1903 e 1911, ela teve atribuído ao seu nome o elemento 96 (Cúrio);
- ✓ Lise Meitner (1878-1968) que identificou um isótopo de protactínio (Pa) em 1917, o elemento 109 (Meitnério) foi nomeado em sua homenagem;
- ✓ Ida Noddack (1896-1978) pela descoberta do rênio (Re) em 1925;
- ✓ Berta Karlik (1904-1990) pela descoberta de isótopos do astato (At);
- ✓ Marguerite Catherine Perey (1909-1975) que em 1939 descobriu o elemento frâncio (Fr), baseada no preenchimento das lacunas na tabela periódica de Mendeleev.⁴

A construção da Tabela Periódica ilustra o modo pelo qual a química se desenvolveu. Nos últimos 150 anos de desenvolvimento e diversas modificações sugeridas, o sentimento geral sobre a Tabela Periódica parece ser que a "forma longa" comumente encontrada nas paredes da sala de aula e em quase todos os livros de química é razoavelmente satisfatória. Mas isso não significa que não ocorreram tentativas de modificá-la. Diferentes sugestões para um novo arranjo da Tabela Periódica foram propostas, desde um período zero com neutrino (ν) e neutrônio (Nn)¹⁸ até elementos hipotéticos do final do 7º e 8º períodos.¹⁹ Incontestavelmente, a Tabela Periódica é um dos mais importantes instrumentos de trabalho para os químicos e sua construção representa um marco na história da Ciência.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

Optou-se pela revisão sistemática de literatura como procedimento metodológico a fim de investigar as produções no ensino de

Química relacionadas com a tabela periódica, de forma a conhecer as discussões que permeiam estas produções. Esta pesquisa possui natureza exploratória e descritiva, pois tem como procedimentos técnicos na coleta de dados um processo de busca sistemática.

Revisão sistemática de literatura

A revisão sistemática de literatura é um tipo de investigação científica que tem por objetivo reunir, avaliar criticamente e conduzir uma síntese dos resultados de múltiplos estudos primários.²⁰ Estudos primários são estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática que se caracteriza por ser objetiva, sistemática, transparente e replicável. Assim, essa revisão é uma forma de estudo secundário que “utiliza a literatura sobre determinado tema como fonte primária de dados, a fim de obter um resumo de evidências, mediante a sistematização e aplicação de métodos explícitos de busca, apreciação crítica e síntese de informação selecionada”²¹ (p.3). Segundo Leite²² essa metodologia “tem como objetivo abordar problemas específicos, identificando, avaliando criticamente e integrando os resultados de todas as questões relevantes” (p.3). Para Kitchenham,²³ uma revisão sistemática é “um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, ou área temática ou fenômeno de interesse” (p.1).

Em linhas gerais, a revisão sistemática de literatura consiste em uma pergunta norteadora (uma pergunta de pesquisa claramente formulada) que faz uso de métodos sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente estudos publicados anteriormente relacionados à pergunta em questão.²² Os métodos para elaboração de revisões sistemáticas preveem algumas etapas: Pergunta de revisão; Pesquisas na literatura; Avaliação crítica; Extração de dados; Síntese de dados.²²⁻²⁵

Com base nisso, passamos a apontar os caminhos seguidos para esta pesquisa: a) definição do objetivo, da pergunta de pesquisa, de banco de dados, dos critérios de inclusão e exclusão, das palavras-chaves; b) seleção de trabalhos; c) análise e síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática de literatura; d) redação; e) publicação dos resultados.^{22-24,26,27} Nesse sentido, o objetivo definido foi investigar trabalhos que envolvem a tabela periódica no ensino de Química. As perguntas de pesquisa foram: (i) Como a tabela periódica tem sido utilizada no ensino de Química? (ii) Quais foram as estratégias didáticas? De modo a responder esses questionamentos, esta investigação foi realizada em 5 etapas: 1) levantamento das publicações envolvendo tabela periódica no ensino de Química; 2) Leitura dos trabalhos. Para buscar as evidências, foi necessário realizar a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves, além da leitura na íntegra do texto quando apresentavam fragilidades (por exemplo, omissão de informações essenciais para a pesquisa); 3) Análise das publicações no que diz respeito a temática pesquisada; 4) Categorização das publicações nos periódicos. Baseando-se na leitura e características dos textos, observamos quatro categorias (Quadro 1) nos trabalhos

publicados. Em algumas publicações, não foi possível observar ou não se aplicavam as categorias descritas; 5) Análise das estratégias didáticas utilizadas no uso da tabela periódica no ensino de Química.

Coleta e análise dos dados

Para a coleta de dados selecionamos inicialmente artigos de 22 periódicos. Os critérios para escolha inicial destes periódicos pautaram-se naqueles que: a) publicam artigos em Educação/Ensino de Química com estratos indicativos de qualidade (Qualis-periódicos), conforme quadriênio 2013-2016 na plataforma Sucupira (dentro das áreas de avaliação: Química, Educação e/ou Ensino); b) devem apresentar o nome “Química” no seu título. Após o primeiro levantamento dos periódicos, para a análise dos dados, optamos pelo período de publicações do último decênio (2009-2018), dessa forma, os critérios de inclusão para a escolha dos periódicos foram:

- i. Critério 1 (C1): ter todas as edições atualizadas;
- ii. Critério 2 (C2): ter no mínimo 10 anos de publicações;
- iii. Critério 3 (C3): ter no mínimo duas áreas de avaliação das três consideradas (Química, Educação e Ensino) com estratos entre A e B (periódicos avaliados em apenas uma área não serão considerados para a análise);

Além dos critérios acima descritos, durante o levantamento e seleção dos periódicos, tivemos como orientação para critérios de inclusão na escolha dos artigos:

- iv. Critério 4 (C4): apresentar discussões sobre a Tabela Periódica com foco no ensino de Química (artigos que não envolvam o ensino de Química serão desconsiderados da análise);
- v. Critério 5 (C5): ter como objetivo o uso da Tabela Periódica como recurso didático para o ensino de Química (trabalhos que fazem menção da Tabela Periódica sem utilizá-la como um recurso didático serão desconsiderados da análise).

Nesse contexto, tivemos durante a seleção dos artigos a orientação de palavras-chaves correlatas ao tema: Tabela Periódica, sistema periódico, periódico, Elemento Químico, além de suas variações no plural, em inglês e espanhol. Considerando que os resumos dos artigos apresentam uma boa forma de identificar os objetivos do texto, realizamos a leitura de todos os resumos encontrados após a seleção dos artigos. Ao observarmos que a informação não estava explícita no resumo, realizamos a leitura na íntegra do texto, possibilitando verificar se os artigos se encaixavam em alguns dos critérios estabelecidos (C4 e/ou C5). Ao final, foram analisados seis (06) periódicos (Quadro 2) que contemplavam os critérios de inclusão (C1, C2 e C3).

Finalizada a revisão sistemática, utilizamos uma abordagem quanti-qualitativa.³² A abordagem quantitativa justifica-se como uma pesquisa de levantamento que proporciona uma descrição quantitativa de tendências.³² Já a abordagem qualitativa envolve descrições, compreensões e análises de informações, ou seja, não se expressa por números,^{33,34} além de ser interpretativa, que segundo Creswell³² “os

Quadro 1. Categorias encontradas nos artigos dos periódicos analisados

Categoria	Descrição
Tipo de abordagem	Histórica; Conceitual; Didática/Pedagógica; ²⁸⁻³¹ Outros (quando os artigos sobre a tabela periódica apresentavam temas que não envolviam o ensino de Química, por exemplo, tratavam sobre um determinado elemento da tabela periódica).
Nível de ensino	Fundamental; Médio; Técnico; Superior; Todos os níveis; Não se aplica (não descreve explicitamente qual o nível de ensino).
Tipo de estratégia	Atividade (exercícios, questionários, provas etc.); Levantamento bibliográfico; Ludicidade (atividades que envolvem jogos, atividades lúdicas etc.); Sequência Didática; Não observado.
Recurso didático/pedagógico	Digitais (<i>softwares</i> , tela interativa, <i>tablets</i> , computadores, celulares etc.); Jogos (de cartas, tabuleiro, bingos etc.); Aulas expositivas; Mapas conceituais.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 2. Periódicos que atendiam aos critérios de inclusão

Periódico	Química	Ensino	Educação
Química Nova (QN)	B2	B3	A2
Química Nova na Escola (QNEsc)	B5	B1	B1
Revista Virtual de Química (RVQ)	B3	B3	B1
Educación Química (EQ)	B5	A1	B1
Revista Brasileira de Ensino de Química (RBEQ)	C	B1	B5
Periódico Tchê Química (PTQ)	B5	B5	SQ ^a

^aSem Qualis.

pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam” (p.209). Como resultado desse processo, foi analisado cada volume/edição dos periódicos no último decênio, sendo selecionados 48 artigos (dos 5016 artigos publicados neste período pelas revistas), que após o refinamento durante a leitura do texto completo totalizaram 28 trabalhos envolvendo o uso da Tabela Periódica no ensino de Química. Na análise e síntese dos dados foram extraídos trechos de alguns artigos que responderam às perguntas de pesquisa desta revisão sistemática. Na próxima seção esses resultados são expostos e discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção está dividida em duas partes, na primeira delineamos os dados observados a partir dos trabalhos primários selecionados; na segunda descrevemos as análises realizadas a partir dos resultados encontrados nos trabalhos primários selecionados. Os resultados obtidos durante a pesquisa permitiram a realização de uma série de reflexões, como as que serão expostas a seguir. A discussão aqui proposta encontra-se segmentada conforme os tópicos de análise descritos.

Descrição dos trabalhos primários analisados

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram identificar um perfil das produções analisadas. Nesse sentido, realizamos uma análise com relação à quantidade de artigos envolvendo a Tabela Periódica ao longo dos dez anos. Além disso, apresentamos uma síntese do número total de trabalhos analisados, que realizamos para todas publicações a leitura do título, do resumo e das palavras-chaves de cada um dos 5016 artigos publicados.

A Tabela 1 apresenta os resultados quantitativos referentes às publicações dos periódicos no último decênio. Durante a seleção dos artigos encontramos trabalhos sobre a Tabela Periódica que não eram publicações envolvendo o ensino de Química. De modo a atender os critérios 4 e 5, esses foram descartados posteriormente.

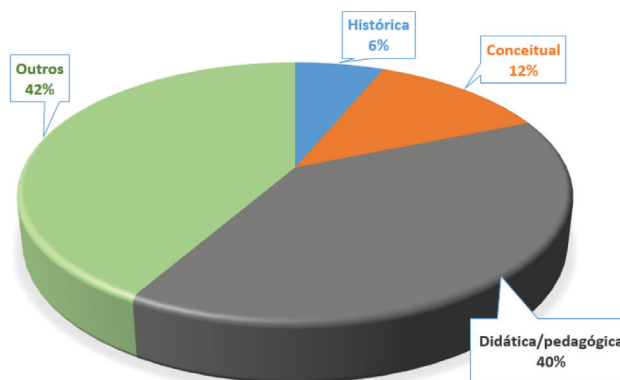
Tabela 1. Publicações dos periódicos no período analisado (2009-2018)

Periódico	Nº de Edições/volume	Sobre Tabela Periódica ^a	Demais assuntos	Total
QN	100	8(2)	2695	2703
QNEsc	42	18(13)	408	426
RVQ	54	3(2)	894	897
EQ	46	9(4)	526	535
RBEQ	19	7(5)	149	156
PTQ	20	3(2)	296	299
Total	281	48(28)	4968	5016

^aTrabalhos entre parênteses contemplam os critérios 4 e 5.

A partir dos 48 trabalhos primários pré-selecionados encontrados na análise das plataformas dos periódicos, 28 artigos científicos contemplavam todos os critérios necessários para a pesquisa. Embora seja amplamente discutido nos encontros científicos, observamos que o uso da Tabela Periódica no ensino de Química é relativamente pouco abordado (menos de 1%) quando comparado ao número de trabalhos publicados nas seis revistas investigadas. Ressaltamos que nos periódicos com publicações voltadas exclusivamente para a educação/ensino de Química (QNEsc, EQ e RBEQ) o periódico QNEsc apresenta maior percentual (4,2%) de publicações sobre a temática, todavia, ainda é um número relativamente baixo. Destacamos também que a QNEsc foi o único periódico que apresentava pelo menos uma publicação anualmente sobre a Tabela Periódica.

Considerando as categorias descritas nesta pesquisa (Quadro 1), a Figura 3 apresenta os resultados referentes ao tipo de abordagem encontrada nos artigos (valores arredondados).

**Figura 3.** Percentual de abordagens envolvendo a Tabela Periódica

Os dados revelados neste gráfico descrevem que cerca de 40% das publicações são de abordagem didática/pedagógica. Consideramos nesta pesquisa que abordagem didática/pedagógica são ações que envolvem (concomitante ou não): teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem; diversos tipos de saberes como integrantes da prática docente; construção do conhecimento do conteúdo abordado; objetivos, valores e propósitos educacionais; diferentes teorias sobre ensino.²⁸⁻³¹ De maneira geral o resultado é interessante, pois demonstra que boa parte dos trabalhos buscam não apenas falar sobre a Tabela Periódica, mas utilizá-la dentro de uma proposta didática que contribua para a aprendizagem dos envolvidos. Nessa categoria, a QNEsc apresentou maior número de publicações (42%) com esse objetivo, seguida da RBEQ (26%). Cabe ressaltar que, dos 48 trabalhos publicados relacionados a Tabela Periódica, 20 (41,6%) não apresentavam temas que envolviam o ensino de Química e nenhum dos critérios utilizados, assim denominamo-nos de “outros”.

A segunda categoria identificada na pesquisa discutia sobre o “nível de ensino” que as publicações eram abordadas. Observamos que 57% destas publicações estavam voltadas para estudantes do Ensino Médio. Os trabalhos categorizados como “Não se aplica” representavam 25% das publicações. Destacamos que nesta categoria (Não se aplica) foram incluídas as pesquisas teóricas, levantamentos bibliográficos, entre outros que não estavam relacionados com as demais categorias. Apenas 7% dos trabalhos discutiam sobre o uso da Tabela Periódica no ensino de Química com foco no ensino superior. As categorias “estratégias” e “Recurso didático/pedagógico” serão discutidos na seção “Quais foram as estratégias?”.

Dados obtidos com a análise dos trabalhos primários

Silva e Brito³⁵ afirmam que, ao analisar os trabalhos primários através da leitura na íntegra de seu conteúdo, algumas características podem ser extraídas a fim de auxiliar o desenvolvimento de atividades de pesquisas posteriores.

Na leitura dos artigos buscamos identificar se havia a presença de um dos dois critérios (C4 e C5). Os resultados obtidos revelaram que 67,8% dos trabalhos investigados possuíam como objetivo o uso da Tabela Periódica como recurso didático no ensino de Química (C5). Já 32,2% refletiam sobre a Tabela Periódica com foco no ensino de Química (C4). Destacamos que durante toda a pesquisa não encontramos qualquer revisão sistemática de literatura ou similar sobre o uso da Tabela Periódica como recurso didático no ensino de Química (dentro de nossos objetivos), o que enaltece o caráter inédito e investigativo desta pesquisa.

Tabela Periódica com foco no ensino de Química

A Tabela periódica é importante para a compreensão de vários conceitos químicos. Nesse sentido, esta seção destaca resumidamente alguns artigos que foram categorizados em nossa pesquisa pertencentes ao critério 4 (C4).

O primeiro artigo a ser discutido brevemente foi publicado pela revista QN e tratava sobre a “Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no Século XX”.¹⁴ Esse trabalho analisa as abordagens históricas da tabela periódica em livros de química geral utilizados nas universidades brasileiras revelando diferentes abordagens em períodos específicos do século XX. Observamos que o trabalho enfatiza que a maior parte das alterações temporais na abordagem da tabela periódica em livros didáticos de química geral se deve à incorporação de novos conceitos, que foram sendo desenvolvidos no século XX.¹⁴ Embora trate-se de uma pesquisa do tipo levantamento bibliográfico,³³ os autores propõem uma estratégia para se discutir o desenvolvimento da Tabela Periódica. Tal estratégia configura-se como um estudo de caso¹⁴ que poderia propiciar a compreensão da ciência como uma construção coletiva e permanente e que está sujeita às condições conceituais e sociais da época que são evidenciadas.

Na QNEsc, temos o artigo de Flôr.³⁶ A autora utiliza aspectos da epistemologia fleckiana para compreender como ocorreu a ampliação da Tabela Periódica por meio da descoberta de elementos transurânicos. Ademais, destaca quando Seaborg¹⁹ propõe uma nova configuração da Tabela Periódica permitindo a identificação de numerosos elementos transurânicos e consequentemente possibilitando a explicação das propriedades químicas tanto de elementos já identificados quanto os ainda não identificados. O texto ainda reflete sobre o contexto da extensão da Tabela Periódica e os conceitos fleckianos envolvidos, suscitando que a história da Tabela Periódica em si apresenta grandes possibilidades de explorar a dimensão epistemológica da Ciência.³⁶ Além disso, aponta para a necessidade de reflexões epistemológicas que questionem a Educação Científica. Segundo

Flôr,³⁶ textos que abordam episódios históricos podem e devem ser utilizados na licenciatura, desde que considerem algum referencial epistemológico. Nesse sentido, uma estratégia apresentada sugere que os professores ao abordarem esses episódios possam esclarecer e/ou revisar suas visões acerca da Ciência.

Na EQ, dois artigos foram publicados com o objetivo de realizar uma revisão das principais fontes bibliográficas da literatura sobre o uso de jogos no ensino e aprendizagem da Tabela Periódica.^{37,38} No primeiro artigo,³⁷ considera-se que é importante ensinar os estudantes, desde o primeiro contato com a química, o nome e símbolo dos principais elementos químicos e como eles aparecem agrupados na Tabela periódica. Segundo os autores,³⁷ um dos recursos mais utilizados para ensinar Tabela Periódica é por meio da formação de palavras e frases a partir dos símbolos químicos. Esses trabalhos têm recebido grande atenção do ponto de vista da linguística, através da transposições dos elementos químicos.³⁷ Ademais, os jogos de palavras (em que o estudante deve associar o elemento químico mais adequado à imagem) estão em amplo crescimento. Por fim, o artigo destaca o papel dos jogos no conhecimento do Sistema Periódico dos elementos como um recurso destinado à familiarização dos estudantes com a Tabela Periódica, à memorização dos nomes e símbolos químicos, e à sua localização dentro da Tabela Periódica atual. Nesse sentido, diferentes jogos (de formação de palavras, anagramas, regras mnemônicas, palavras cruzadas, desenhos, canções, jogos de cartas ou humor etc.) têm como propósito principal familiarizar os estudantes com os nomes e símbolos dos elementos químicos mais importantes, ajudando-os a aprender e memorizá-los.³⁷ Ressalta-se que algumas propostas de computador, jogos de cartas ou recortes tridimensionais buscam fortalecer o aprendizado da disposição dos elementos na Tabela Periódica nos períodos e nas famílias.

O segundo artigo³⁸ apresenta uma revisão de estudos que auxiliam os estudantes a conceituar, compreender e aplicar a Tabela Periódica no ensino de Química. Apresenta-se uma classificação para os tipos de propostas lúdicas (sobre a etimologia dos elementos químicos e a presença deles no meio ambiente; em torno das propriedades físicas e químicas dos elementos; sobre os diferentes modelos atômicos e propriedades atômicas, e; sobre a ideia de periodicidade e as diferentes tentativas de classificar os elementos químicos ao longo da história).³⁸ Especificamente, o artigo³⁸ apropria-se dos diferentes recursos que abordam a compreensão, aplicação e/ou uso da Tabela Periódica no ensino de Química, indo além do simples conhecimento da estrutura, aparência e composição do Sistema Periódico. Em vista disso, Franco-Mariscal, Oliva-Martínez e Bernal-Márquez³⁸ afirmam desconhecem trabalhos sobre a utilidade dos jogos analisados, indicando a necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas neste campo no ensino da Química.

Em suma, os artigos utilizados como exemplos demonstram a preocupação das pesquisas (de seus autores) em apresentar discussões sobre a Tabela Periódica com foco no ensino de Química, conforme classificamos o critério 4.

Uso da Tabela Periódica como recurso didático no ensino de Química

Em relação ao critério 5 (C5) destacamos o artigo que a QNEsc publicou intitulado “Tabela Periódica Interativa”.³⁹ Esse artigo teve como objetivo apresentar a exposição Tabela Periódica Interativa do Centro de Ciências/UFJF, explorando suas potencialidades e repercussões no ensino básico e superior. A Tabela consiste de “um móvel com o formato de uma tabela periódica, no qual amostras de 83 elementos químicos, em sua forma elementar, estão dispostas em caixas fechadas com vidros em que estão jateados símbolo, nome e número atômico dos elementos”³⁹ (p.182). Na parte superior central do móvel está localizado um monitor *touch screen* com uma tabela

periódica virtual, que oferece opções de interações. No local em que a tabela foi desenvolvida (Centro de Ciências/UFJF), professores e estudantes participam de quatro atividades propostas para a visita: 1) interação com a Tabela Periódica; 2) apresentação de vídeos sobre os elementos químicos (vídeos sobre os metais alcalinos, gases e os elementos magnésio, ferro, fósforo e enxofre); 3) interação com uma Tabela Periódica virtual na sala de informática por meio do *software Periodic Table*®, explorando uma tabela virtual com diferentes informações sobre propriedades físicas e químicas; 4) uma atividade experimental no laboratório de química (relacionada a um dos assuntos explorados anteriormente durante a visita, podendo os participantes escolherem uma das sete diferentes atividades experimentais disponíveis). Os autores³⁹ destacam as várias contribuições da exposição Tabela Periódica Interativa para estreitar as relações entre escola e o espaço não formal de ensino. Ademais, a participação de professores e estudantes na proposta da Tabela Periódica Interativa pode possibilitar a apropriação de temas e conceitos químicos no ensino de forma cooperativa entre diferentes espaços de ensino.

Na QN, um dos artigos descrevia o uso do *software* Quiptabela,⁴⁰ em que estudantes da disciplina de química geral de um curso à distância se apropriavam de uma tabela digital, analisando a capacidade dos estudantes criarem e analisarem tabelas e gráficos correlacionando as propriedades dos elementos químicos. A estratégia utilizada foi por meio da resolução de uma atividade disponibilizada no Moodle. O intuito era “dar significado ao termo periódico, mostrando que fenômenos presentes no cotidiano também podem apresentar variação periódica”⁴⁰ (p.476). As respostas fornecidas pelos estudantes a cada uma das questões da atividade destacaram as dificuldades apresentadas por eles. Embora soubessem o significado do termo periódico, 41% deles não conseguiram utilizar o conceito para explicar e diferenciar a variação da massa com o número atômico dos elementos.⁴⁰ É pujante esclarecer que o uso de um *software* de Tabela Periódica configura-se como um recurso didático digital,⁴¹ na qual ocorre a incorporação da Tabela Periódica em um recurso digital com objetivos didáticos.

Outro artigo que podemos também fazer referência é o da RVQ, intitulado “*Perfil Químico: Um Jogo para o Ensino da Tabela Periódica*”.⁴² Esse artigo teve como objetivo a utilização de um jogo didático para auxiliar o ensino da Tabela Periódica, fazendo menção sobre a contribuição das mulheres no desenvolvimento da Química. Relata-se que muitos alunos afirmaram desconhecer essas contribuições, o que, segundo Romano *et al.*,⁴² o jogo possibilitou resgatar a memória delas. O jogo foi aplicado no 1º ano do Ensino Médio e é baseado no jogo Perfil®, marca registrada da companhia de brinquedos Grow®, tendo o tabuleiro do jogo original substituído por uma Tabela Periódica. Ademais, a estratégia utilizada no jogo foi a simples execução do jogo seguido de um questionário avaliativo. Em decorrência disso, embora não seja nosso objetivo, é importante reforçar que a apropriação de um recurso didático não deve limitar-se ao mero uso deste, é preciso se preocupar com as estratégias que serão utilizadas, quem irá utilizar e como vai ser utilizado. A proposta do trabalho pautou-se na formação de grupos de trabalho que proporcionou uma maior integração entre os estudantes, a partir da cooperação e criou um clima para a investigação.

No PTQ temos o artigo “*Desenvolvendo a tabela periódica e um jogo didático a partir de materiais alternativos: Propostas metodológicas para o ensino de ciências*”,⁴³ que teve como objetivo a construção de uma Tabela Periódica a partir de materiais alternativos. A proposta metodológica, segundo os autores,⁴³ permitiu aos alunos a oportunidade de vivenciar uma aula diferenciada aprendendo conceitos sobre os elementos químicos e compreendendo cada posicionamento deles na Tabela Periódica. O jogo de cartas é composto por 15 elementos da Tabela Periódica, que foi construído a partir

de materiais alternativos. A estratégia didática desse trabalho foi realizada em duas etapas, a primeira com a resolução de um questionário que tinha como intuito compreender as concepções prévias dos estudantes. Na segunda etapa os estudantes foram divididos em grupos para aplicação do jogo. Segundo os autores,⁴³ a aplicação do jogo permitiu que os estudantes assimilassem melhor os conteúdos, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.

Na RBEQ, o artigo “*A aplicação de softwares como uma estratégia didática para abordar o conteúdo da tabela periódica e as propriedades dos elementos químicos*”⁴⁴ destaca o uso de *softwares* relacionados com a Tabela Periódica. A escolha dos *softwares* foi baseada nas recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais⁴⁵ e seu uso ocorreu por meio de uma sequência didática aplicada a estudantes do Ensino Médio. A sequência didática buscava “verificar se o uso de *softwares* poderia auxiliar no ensino do conteúdo associado à tabela periódica dos elementos de modo significativo”⁴⁴ (p.85). A estratégia didática utilizada nesta pesquisa foi a aplicação dos *softwares* educativos sobre a Tabela Periódica. Destaca-se que o uso destes *softwares* como parte da sequência didática proposta contribuiu para uma aprendizagem mais dinâmica, além de despertar o interesse dos discentes para a compreensão dos conceitos trabalhados em sala de aula, facilitando, assim, na construção do conhecimento.⁴⁴ Como já destacado anteriormente, o *software* de Tabela Periódica é um recurso didático digital e neste artigo ele é utilizado com o objetivo de ensinar conteúdos de Química (Tabela Periódica).

Em relação à revista EQ destacamos a publicação sobre a utilização do bingo como recurso didático.⁴⁶ A própria Tabela Periódica é usada como a cartela do bingo e as bolas são selecionadas através de um aplicativo de computador. As cartelas utilizavam símbolos dos elementos químicos. O formato das cartelas coincidia com uma Tabela Periódica convencional em que estão todos os elementos químicos, exceto os de transição interna. Esse formato tem o intuito de facilitar o desenvolvimento do jogo para que o estudante se familiarizasse com este recurso didático, assim como com os conceitos de grupo e família. Além disso, o bingo apresenta três níveis para ser jogado. Participaram da intervenção alunos da educação secundária obrigatória (Ensino Médio). A estratégia utilizada pelos autores foi a realização de uma sequência didática com três etapas. A primeira constava de uma prova preliminar de conteúdos (aplicada dias antes da realização da atividade lúdica), a segunda da realização do bingo em sala de aula e a terceira a aplicação da mesma prova um mês depois dos estudantes terem jogado o bingo. Segundo Franco-Mariscal e colaboradores,⁴⁶ os estudantes melhoraram a aprendizagem dos conteúdos relacionados com a Tabela Periódica, além de proporcionar motivação neles.

Dos 48 artigos inicialmente analisados com a temática sobre a Tabela Periódica, 28 artigos foram classificados em um dos dois critérios pré-estabelecidos. Os 20 artigos restantes foram excluídos após o refinamento durante a análise do texto completo, pois não foi observado, durante a leitura, nenhum dos critérios propostos. A título de exemplo, destacamos alguns desses artigos.

O artigo “*Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais*”⁴⁷ tem como objetivo introduzir a atualização da Tabela Periódica e aplicar a análise de componentes principais a uma série de propriedades dos elementos e verificar a consistência das atribuições dos elementos aos grupos como proposto. Ademais, destacam a análise de componentes principais como uma proposta para a utilização em disciplinas sobre quimiometria. Outro artigo também teve como foco uma disciplina denominada de “Periodicidade”.⁴⁸ Atribuímos a justificativa para esse trabalho aparecer nos resultados de nossa busca o fato de uma das palavras-chaves ter sido “periódico”. O trabalho não apresenta nenhum dos critérios propostos (C4 e C5), pois discute como deve

ser a abordagem da ligação química apresentando uma proposta de construção dos níveis de energia produzindo um material didático.

Quais foram as estratégias?

Considerou-se que uma revisão sistemática apresenta um processo na qual os estudos primários são resumidos para formar o resultado final,²³ relatando os principais achados, avaliando se esses estudos são suficientes para se chegar a uma conclusão. Nesta seção expomos brevemente quais foram as estratégias didáticas utilizadas no uso da Tabela Periódica no ensino de Química.

É imprescindível destacar que nesta pesquisa consideramos como estratégias quaisquer meios que são utilizados para promover o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Ferreira, Correa e Dutra,⁴⁹ as estratégias de ensino são desenvolvidas de modo a auxiliar na construção do conhecimento visando alcançar melhores resultados do que aqueles obtidos com a abordagem tradicional. A Figura 4 expõe o percentual (valores arredondados) dos 28 trabalhos publicados nos periódicos investigados.

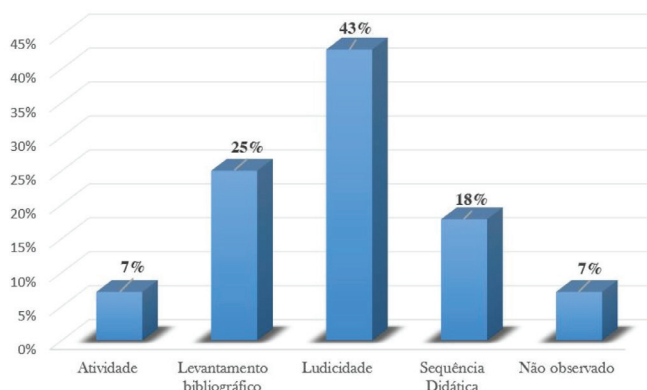


Figura 4. Estratégias envolvendo a Tabela Periódica no ensino de Química

Conforme afirmado na metodologia, apresentamos uma interpretação do que observamos em nossa análise.³² Nesse contexto, os dados obtidos nesta investigação nos permitem inferir que, de maneira geral, a estratégia didática mais utilizada nos periódicos analisados foi a ludicidade (atividades que envolvem jogos e/ou atividades lúdicas), seguida do levantamento bibliográfico e de propostas envolvendo sequências didáticas. Nesse contexto, pesquisas⁵⁰⁻⁵² destacam que os jogos (digitais ou não) e atividades lúdicas no ensino de Química têm possibilitado maior envolvimento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, acrescentando-se que estão mais presentes nas salas de aulas de química. Esse tipo de estratégia envolvendo a ludicidade é vista como um recurso facilitador no processo de construção do conhecimento. Partindo desta premissa, o uso de estratégias no ensino de Química deve vir incorporada de objetivos pedagógicos claros do que se pretende obter com o ensino do conteúdo (em nosso caso, da Tabela Periódica).

Durante a pesquisa, emergiu dos dados obtidos na abordagem didática/pedagógica a categoria “recurso didático/pedagógico”. Esta categoria reforçou as informações identificadas nas estratégias escolhidas. Assim, dentro da estratégia ludicidade, observamos que os recursos mais utilizados foram: jogo de cartas (38,8%), jogo de tabuleiro (14,3%) e bingo (3,6%). Outros recursos contemplados nas publicações analisadas referiam-se aos recursos didáticos digitais (27,8%), principalmente, o uso de *softwares*, as aulas expositivas (3,6%) e aos mapas conceituais (3,6%).

É interessante destacar que os jogos (cartas/tabuleiros) totalizam mais da metade (53,1%) dos recursos didáticos/pedagógicos utilizados nas estratégias das publicações. Os jogos digitais representam

22,2% das publicações. Isso significa que cerca de 75% das propostas nas publicações envolvem algum tipo de jogo. Esses jogos didáticos têm como objetivo atingir conteúdos específicos, nesse caso sobre a Tabela Periódica no ensino de Química. O jogo didático é considerado educativo ao desenvolver habilidades cognitivas importantes no jogador, tais como raciocínio rápido, resolução de problemas, criatividade, percepção etc.^{49,50} O uso do jogo é uma boa estratégia de ensino porque auxilia na construção do conhecimento, além de possibilitar maior envolvimento dos estudantes. Ademais, os jogos digitais podem possibilitar que os estudantes atuem como protagonistas da sua aprendizagem, reforçando a ideia de que o uso das tecnologias digitais promovem colaboração no processo de aprendizagem,⁵³ contudo, é preciso destacar que não é o recurso que os tornam agentes ativos, e sim a forma como ele é utilizado.

Mediante o exposto, esta pesquisa revelou que desde trabalhos envolvendo cartas a trabalhos envolvendo o digital, a Tabela Periódica sempre esteve presente nas publicações dos periódicos de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tabela Periódica construída há 150 anos por Mendeleev ainda é um notável recurso que tem contribuído para o ensino de Química. Ela é um ícone de nossa civilização.⁵⁴ Embora tenha sofrido vários ajustes e rearranjos, as versões modernas da Tabela Periódica continuam incontestavelmente baseadas sobre a estrutura essencial concebida por Mendeleev. O que Mendeleev descobriu “no dia 17 de fevereiro de 1869 foi a culminação de uma epopeia de dois mil e quinhentos anos: uma parábola obstinada da aspiração humana”¹³ (p. 252).

Esta pesquisa visou apresentar uma revisão sistemática da literatura sobre a Tabela Periódica abordada no ensino de Química buscando responder aos seguintes questionamentos: Como a tabela periódica tem sido utilizada no ensino de Química? Quais foram as estratégias didáticas utilizadas? Ao fazer o levantamento das publicações dos 5016 artigos publicados, analisamos 28 artigos classificando-os em dois critérios de apropriação: apresenta discussões sobre a Tabela Periódica com foco no ensino de Química (C4) e/ou tem como objetivo o uso da Tabela Periódica como recurso didático (C5).

Em relação ao primeiro questionamento, analisando as publicações identificamos que boa parte das propostas fazem uso da Tabela Periódica em abordagens didáticas/pedagógicas (40%). Dessas abordagens, cerca de 75% são de jogos (cartas, tabuleiro, digitais). No segundo questionamento observamos que a estratégia mais utilizada envolvia a ludicidade (43%). Ademais, inferimos que na categoria “ludicidade” os jogos na maioria das vezes só foram aplicados após a aula sobre o assunto relacionado à Tabela Periódica. Tal utilização torna o recurso uma simples ferramenta, alguns autores acreditavam que os estudantes ao se divertirem estavam aprendendo, desconsiderando seu efetivo potencial na construção do conhecimento. Em relação ao uso do jogo digital, ressaltamos que há uma grande potencialidade para seu uso, o que pode facilitar no processo de ensino e aprendizagem, principalmente quando torna o aluno centro do processo de aprendizagem, proporcionando-lhe autonomia. Nesse sentido, o uso das tecnologias digitais com metodologias ativas tem contribuído para melhores resultados na construção do conhecimento.⁵³

Concretizada na década de 60 do século XIX (mas não finalizada), a Tabela Periódica desde então tem auxiliado como guia nas pesquisas em química, além de ter se tornado um importante instrumento didático no ensino de Química, quer seja no uso das cartas, quer seja no uso do digital.

REFERÊNCIAS

1. <https://iupac.org/united-nations-proclaims-international-year-periodic-table-chemical-elements>, acessada em abril de 2019.
2. <https://www.un.org/press/en/2017/ga11994.doc.htm>, acessada em abril de 2019.
3. Tarasova, N.; *Chem Int.* **2018**, *40*, 2.
4. UNESCO, *Proposal for the Proclamation by The United Nations of 2019 as an International Year of The Periodic Table of Chemical Elements*, Paris, 2017.
5. Öhrström L, Reedijk J.; *Pure Appl Chem.* **2016**, *88*, 1225.
6. <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements>, acessada em abril de 2019.
7. Tolentino, M.; Rocha-Filho, R. C.; Chagas, A. P.; *Quím. Nova* **1997**, *20*, 103.
8. Rich, R. L.; Laing, M.; *Educ. Quím.* **2011**, *22*, 162.
9. Dumas, J. B. A.; *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci.* **1858**, *47*, 1026.
10. Dumas, J. B. A.; *Ann. Chim. Phys.* **1859**, *55*, 129.
11. http://iupac.org/cms/wp-content/uploads/2017/12/IYPT-Prospectus_20171209.pdf, acessada em abril de 2019.
12. Chancourtois, A-É. B.; *C. R. Hebd. Seances Acad. Sci.* **1862**, *54*, 757.
13. Strathern, P.; *Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química*, Zahar: Rio de Janeiro: 2002.
14. Leite, H. S. A.; Porto, P. A.; *Quím. Nova* **2015**, *38*, 580.
15. Mendeleev, D. I.; *Z. Chem.* **1869**, *12*, 405.
16. UNESCO, *Proclamation of 2019 as the United Nations International Year of The Periodic Table of Chemical Elements*, Paris, 2017.
17. Kovac, J.; *J. Chem. Educ.* **2016**, *93*, 990.
18. Ternstrom, T.; *J. Chem. Educ.* **1964**, *41*, 190.
19. Seaborg, G. T.; *J. Chem. Educ.* **1985**, *62*, 463.
20. Cook, D. J.; Mulrow, C. D.; Haynes, R. B.; *Ann. Intern. Med.* **1997**, *126*, 376.
21. Reis, R. S.; Leite, B. S.; Leão, M. B. C.; *RENOTE* **2017**, *15*, 1.
22. Leite, B. S.; *Revista Tecnologias na Educação* **2018**, *25*.
23. Kitchenham, B.; *Keele University Technical Report TR/SE-0401*, Keele, UK, **2004**, *33*, 1.
24. Galvão, T. F.; Pereira, M. G.; *Epidemiologia e Serviços de Saúde* **2014**, *23*, 183.
25. Ham-Baloyi, W. T.; Jordan, P.; *Heal SA Gesondheid* **2016**, *21*, 120.
26. Sampaio, R.; Mancini, M.; *Rev. Bras. Fisioter.* **2007**, *11*, 83.
27. De-la-Torre-Ugarte-Guanilo, M. C.; Takahashi, R. F.; Bertolozzi, M. R.; *Revista da Escola de Enfermagem da USP* **2011**, *45*, 1260.
28. Tardif, M.; *Saberes Docentes e Formação Profissional*, Vozes: Petrópolis, 2012.
29. Libâneo, J. C.; *Didática*, Cortez: São Paulo, 1992.
30. Astolfi J. P.; Develay, M.; *A Didática Das Ciências*, Papirus: Campinas, 1990.
31. Gil, A. C.; *Didática Do Ensino Superior*, Atlas: São Paulo, 2009.
32. Creswell, J. W.; *Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto*, 3ª ed., Artmed: Porto Alegre, 2010.
33. Lakatos, E. M.; Marconi, M. A.; *Metodologia Científica*, 7ª ed., Atlas: São Paulo, 2017.
34. Lüdke, M.; André, M. E. D. A.; *Pesquisa Em Educação: Abordagens Qualitativas*, E.P.U.: São Paulo, 2012.
35. Silva, J. C.; Brito, A. V.; *RENOTE* **2014**, *12*, 1.
36. Flôr, C. C.; *Quím. Nova Esc.* **2009**, *31*, 246.
37. Franco-Mariscal, A. J.; Oliva-Martínez, J. M.; Bernal-Márquez, S.; *Educ. Quím.* **2012**, *23*, 338.
38. Franco-Mariscal, A. J.; Oliva-Martínez, J. M.; Bernal-Márquez, S.; *Educ. Quím.* **2012**, *23*, 474.
39. César, E.T.; Reis, R. C.; Aliane, C. S. M.; *Quím. Nova Esc.* **2015**, *37*, 180.
40. Medeiros, M. A.; *Quím. Nova* **2013**, *36*, 474.
41. Leite, B. S.; *Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente*, 1ª ed. Appris: Curitiba, 2015.
42. Romano, C. G.; Carvalho, A. L.; Mattano, I. D.; Chaves, M. R. M.; Antoniassi, B.; *Rev. Virtual Quím.* **2017**, *9*, 1235.
43. Alencar, F. V. S.; Silva, A. F.; Silva, L. M.; Carvalho, R. B. F.; *Periódico Tchê Química* **2018**, *15*, 219.
44. Silva, S. E. P.; Silva, J. E.; Silva, J. A. B.; Souza, A. P.; *Rev. Bras. Ensino Quím.* **2018**, *13*, 75.
45. Brasil, *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, MEC/SEMTEC: Brasília, 1999.
46. Franco-Mariscal, A. J.; Tomás-Serrano, A.; Jara-Cano, V.; Ortíz-Tudela, F. J.; *Educ. Quím.* **2010**, *21*, 78.
47. Lyra, W. S.; Silva, E. C.; Araújo, M. U.; Fragoso, W. D.; Veras, G.; *Quím. Nova* **2010**, *33*, 1594.
48. Reis, A. S.; Souza, R. H.; Sales, S. F. C.; Pieira, S. L.; Franchi, S. J. S.; Solapo, R. V.; Bannwart, S. C.; Meneghetti, E. M.; Freitas, F. S.; Grando, S. R.; Lizárraga, C. R. E. M.; Campos, T. M. de O.; Giovanini, L.; Moreno, S. C.; dos Santos Filho, P. F.; *Rev. Bras. Ensino Quím.* **2010**, *4*, 43.
49. Ferreira, L. H.; Correa, K. C. S.; Dutra, J. L.; *Quím. Nova Esc.* **2016**, *34*, 349.
50. Soares, M. H. B.; *Jogos E Atividades Lúdicas Para O Ensino de Química*. Kelps: Goiânia, 2013.
51. Leite, B. S.; *RENOTE* **2017**, *15*, 1.
52. Messeder Neto, H. S.; Moradillo, E. F.; *Quím. Nova Esc.* **2016**, *38*, 360.
53. Leite, B. S.; *Revista Internacional de Educação Superior* **2018**, *4*, 580.
54. Gray, T.; *Os Elementos: Uma Exploração Visual Dos Átomos Conhecidos No Universo*. Blucher: São Paulo, 2011.