



LICENCIANDO/AS EM QUÍMICA ENQUANTO PESQUISADORES/AS DO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PERIÓDICO

PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS WHILE RESEARCHERS OF THE PERIODIC SYSTEM DEVELOPMENT

Adriano Lopes Romero^{1,2*}, Marcia Borin da Cunha²

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campo Mourão, Paraná, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática (PPGECM), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Cascavel, Paraná, Brasil.

* Autor correspondente: adrianoromero@utfpr.edu.br

Resumo

A história da Química na Educação Básica, quando utilizada, possui abordagem tradicional, baseada no encadeamento cronológico e linear do conhecimento. Tal fato chama a atenção para a forma como a história da Química é trabalhada na formação de professoras/es de Química. Levando em consideração a importância de se refletir/estudar o desenvolvimento dos conhecimentos químicos, no presente trabalho apresentamos uma proposta de atividade investigativa, na qual as/os licenciandas/os são orientados a realizar algumas etapas do trabalho do historiador da química ao estudar o desenvolvimento do sistema periódico. Para demonstrar o uso do percurso de análise proposto selecionamos a tabela periódica publicada, independentemente, em 1930 por Gardner e Mazzucchelli. Observamos que esse objeto de estudo sofreu várias transformações ao longo dos anos, corroborando com a tese de que o conhecimento científico é uma construção humana, que é reelaborado à medida que novos estudos são realizados.

Palavras-chave: Ensino de Química, história da Química, sistema periódico, formação inicial de professores de Química.

Abstract

The history of Chemistry in basic education, when used, has a traditional approach, based on the chronological and linear chain of knowledge. This fact draws attention to the way the history of Chemistry is worked on in pre-service chemistry teachers. Taking into account the importance of reflecting/studying the development of chemical knowledge, in the present work we present a proposal for investigative activity, in which the undergraduate students are guided to perform some stages of the work of the historian of Chemistry when studying the development of the periodic system. To demonstrate the use of the proposed analysis path, we selected the periodic table published, independently, in 1930 by Gardner and Mazzucchelli. We observe that this object of study has undergone several transformations over the years, corroborating the thesis that scientific knowledge is a human construction, which is re-elaborated as new studies are carried out.

Keywords: Chemistry teaching, history of Chemistry, periodic system, pre-service chemistry teachers.



INTRODUÇÃO

O filósofo Auguste Comte (1798-1857), considerado um dos fundadores da História da Ciência enquanto área de conhecimento, ao escrever que “[...] penso, ainda, que não conhecemos completamente uma Ciência se não conhecemos sua história” [1] (p. 28), nos faz refletir acerca da importância de conhecer a história da Ciência para entendê-la completamente. Não entrando no mérito de conhecer (ou não) completamente uma Ciência, esse excerto do pensamento de Comte - quando colocado no contexto da formação inicial de professoras/es de Ciências, em especial no de Química, nos coloca enquanto formadora e formador de professores/as de Química incomodados quanto à formação de nossos/as licenciandos/as no que tange ao conhecimento da História da Química.

Vários autores têm discutido a importância da História da Química no ensino de Química [2-4] e sua presença em cursos de formação de professores/as [4]. Segundo [4]:

[...] além de conhecer a matéria que ensina, é importante ao professor conhecer a história daquilo que ensina e, conseqüentemente, o processo de produção do conhecimento; perceber que a ciência propõe enunciados verificáveis, mas não verdades imutáveis, tendo em vista que estamos tratando de uma História da Ciência que leva em consideração a ideia de que muitos enunciados se modificaram, ou foram substituídos por outros ao longo do tempo, cuja relevância não pode ser desprezada, uma vez que tratam de um conhecimento que era pertinente e necessário na época em que foi pensado (p. 6).

A preocupação acerca do entendimento e o conhecimento da História da Química nos cursos de formação inicial de professores/as de Química aparecem nas Diretrizes Curriculares para o curso de Licenciatura em Química. Essa área de conhecimento deve contribuir para que os/as professores/as tenham “[...] uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico social de sua construção” [5], assim como para “[...] reconhecer a Química como uma construção humana, compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos cultural, socioeconômico e político” [5].

Devido as importantes contribuições destacadas acima, os cursos de graduação em Licenciatura em Química no Brasil, ao reformularem suas matrizes curriculares, têm incorporado, em disciplinas já existentes ou em novas disciplinas específicas, discussões acerca da História da Ciência direcionadas ao ensino de Química. Como exemplo, podemos citar disciplinas ofertadas em duas instituições do estado do Paraná. Nessas disciplinas são apresentados aos graduandos alguns aspectos da História e Filosofia da Ciência. Na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, a disciplina *História e Filosofia para o Ensino de Química* possui carga horária de 34 horas, sendo ofertada no 3º ano (1º semestre) do curso, ou seja, para licenciandos/as em Química que estão na segunda metade do curso de graduação. Já na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, a disciplina *Introdução à História, Filosofia e Sociologia das Ciências*, que possui carga horária de 45 horas, é ofertada no 2º semestre do curso, ou seja, para licenciandos/as em



Química que estão no início do curso de graduação (1º ano). Ao se proceder uma observação rápida nas ementas das duas disciplinas anteriormente citadas (Quadro 1), podemos perceber que ambas têm como objetivo contribuir para compreender o processo de construção do conhecimento científico, em especial o químico, assim como para inserção da História da Ciência no ensino de Química.

Quadro 1. Informações das disciplinas de História da Ciência ofertadas na Unioeste e UTFPR.

Instituição	Disciplina	Ementa
Unioeste, campus Toledo	História e Filosofia para o Ensino de Química (34 h)	A construção do conhecimento científico a partir da análise de algumas correntes filosóficas: Popper, Kuhn, Feyerabend e Lakatos. Bachelard e o ensino de Química. A relação entre a História da Ciência e a Filosofia da Ciência e a influência desta relação na produção do conhecimento. Estudos de caso referentes ao estudo e elaboração de alguns conceitos químicos. O entendimento do significado da História da Ciência no processo de ensino de Química em sala de aula. A história da ciência nas aulas de Química: possibilidades, propostas de inserção e material didático.
UTFPR, campus Campo Mourão	Introdução à História, Filosofia e Sociologia das Ciências (45 h)	Reflexões sobre a relevância da História e da Filosofia das Ciências no Ensino de Química. As diversas concepções acerca do processo de construção do conhecimento científico. A identidade do cientista como uma construção histórica e social. As relações entre a área de História e Filosofia das Ciências e a área de Estudos Sociais das Ciências. As abordagens estruturalista e pós-estruturalista aos Estudos Sociais das Ciências, e suas contribuições na formação de professores e cientistas.

Fonte: [6, 7].

No que se refere à atuação dos/as professores/as de Química em exercício - interessados tanto no conhecimento da História da Química, quanto na incorporação de tais conhecimentos em sua prática docente - tem-se apontado acerca da dificuldade de encontrar “[...] materiais em língua portuguesa e de textos de fácil entendimento e interpretação” para explorar aspectos da história da Química em sala de aula [4] (p. 10). Segundo [4]:

[...] em relação ao planejamento das intervenções didáticas, as dificuldades centraram-se na adaptação de tais pesquisas numa linguagem mais acessível para o seu próprio entendimento e, também, para o entendimento dos/as estudantes. Outro ponto que merece destaque foi a constatação de que os/as professores/as ainda apresentam propostas tradicionais de ensino, baseadas no encadeamento cronológico e linear do conhecimento, ao incorporarem a História da Ciência em suas intervenções didáticas (p. 10-11).

Entre os conteúdos escolares de Química na Educação Básica, que tem sido trabalhado utilizando aspectos históricos, destacamos a tabela periódica, que é uma das formas de representação do sistema periódico dos elementos químicos [8, 9]. Defendemos que o sistema periódico é um constructo científico, representado por um registro gráfico, que organiza todos elementos químicos conhecidos, utilizando um ou mais critérios para organização e



estabelecimento de relações entre as partes, que está de acordo com a lei periódica [8]. A história do sistema periódico pode ser entendida como uma construção coletiva, na qual contribuíram diferentes agentes históricos, que se iniciou, no século XVIII, com as tentativas de classificar os elementos químicos, seguiu pelos vários estudos sobre as relações numéricas entre os pesos atômicos, passou por contextos de mudanças conceituais e de padronização entre os praticantes da química, até chegar na década de 1860-1870, período no qual foram propostas as primeiras representações gráficas do sistema periódico. Desde então, centenas de arranjos gráficos foram desenvolvidos, os mais comuns são as tabelas, tal como a recomendada pela IUPAC [9, 10].

No contexto apresentado, o presente trabalho, de caráter teórico, tem como objetivo apresentar uma proposta de atividade que pode ser realizada em cursos de formação inicial ou continuada de professores de Química. Trata-se de uma atividade investigativa, na qual se idealiza que os/as licenciandos/as sejam orientados a realizar algumas etapas do trabalho de um historiador da química, tendo como proposta o estudo do desenvolvimento do sistema periódico.

MÉTODO

A atividade prática idealizada, desenvolvida na disciplina Introdução à História, Filosofia e Sociologia das Ciências do curso de Licenciatura em Química da UTFPR, tem como fio norteador, da mediação a ser realizada no contexto da formação inicial de professores/as de Química, o questionamento “Como se aprende a fazer uma pesquisa em História da Ciência?” [11]. Para isso, inicialmente, os/as licenciandos/as em Química foram orientados a selecionar uma TP diferente das propostas por Mendeleev (que resultaram na TP moderna, a sugerida pela IUPAC). Dessa forma, os trabalhos foram encaminhados para estudar as tabelas periódicas “derrotadas”, ou seja, não adotadas pelos “praticantes da Química”, utilizando as abordagens conceitual e não-conceitual.

Segundo [11] “[...] abordagem conceitual (interna, internalista), discute os fatores científicos (evidências, fatos de natureza científica) relacionados a determinado assunto ou problema” (p. 306). Essa abordagem contribuiria, por exemplo, para responder a pergunta: *A TP desenvolvida por Corbino em 1928 estava bem formulada e fundamentada para sua época?*

Já a “[...] abordagem não-conceitual (externa, externalista), lida com os fatores extracientíficos (influências sociais, políticas, econômicas, luta pelo poder, propaganda, fatores psicológicos)” [11] (p. 306). Essa abordagem contribuiria, por exemplo, para responder a pergunta: *Por que a TP desenvolvida por Corbino em 1928 foi rejeitada em sua época já que estava bem fundamentada?*

Utilizando [11] como referencial teórico, identificamos algumas etapas do trabalho em História da Ciência. A primeira etapa foi “refletir sobre o problema estudado”, que no nosso caso são tabelas periódicas não adotadas por praticantes da Química. Os/as licenciando/as,



organizados em pequenos grupos, acessaram o banco de dados *Internet Database of Periodic Tables* e selecionaram uma TP como objeto de estudo. Ao final desse processo, cada um dos grupos comunicaram qual TP foi selecionada de modo a não repetir os objetos a serem estudados.

O *Internet Database of Periodic Tables*, um banco de dados de acesso *on-line* e livre, foi criado em 1999 pelo Dr. Mark R. Leach, tem compilado milhares de tabelas periódicas disponibilizadas na Internet. O banco de dados está disponível no site: https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php, e apresenta, em ordem cronológica, na seção *All periodic tables* todas as tabelas periódicas compiladas, que podem ser acessadas também em seções definidas por intervalos temporais e por formas de representação.

A segunda etapa do trabalho em História da Ciência consistiu em “[...] fazer levantamentos, selecionar e localizar documentos, buscá-los ou obter cópias deles e analisá-los” [11] (p. 307) na tentativa de compreender o objeto de estudo selecionado. Para isso, sugerimos alguns itens norteadores desta etapa do trabalho:

- I. Informações gerais: (i) autor que propôs a TP selecionada; (ii) ano de publicação; (iii) veículo de publicação;
- II. Na perspectiva internalista: (i) critério utilizado para o desenvolvimento da TP selecionada; (ii) os conhecimentos químicos da época são concordantes com a TP selecionada?;
- III. Na perspectiva externalista: (i) formação e atuação profissional do autor; (ii) importância do veículo de publicação, considerando inclusive o idioma no qual foi publicado; (iii) recepção pela comunidade de praticantes da Química;
- IV. Comparação da TP selecionada com a TP recomendada pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC).

A terceira etapa do trabalho consistiu em “[...] escrever, elaborar uma argumentação, discutir trabalhos historiográficos anteriores sobre o mesmo assunto e fundamentar bem suas conclusões” [11] (p. 307). Para isso, os/as licenciandos/as utilizaram bases de dados adequadas para fazer pesquisa em História da Ciência, a saber: (i) para levantamento de fontes primárias utilizou-se *Google Books*, *Archive.org*, e biblioteca virtual *Gallica*; (ii) para levantamento de fontes secundárias utilizou-se *SciFinder*, *Google Acadêmico*, e *Wikipédia*. Essas plataformas foram indicadas pelo professor da disciplina para que os/as licenciandos/as pudessem utilizar fontes confiáveis de pesquisa, as quais podem fornecer respostas à proposta do trabalho.

Ao final do processo, cada um dos grupos de licenciandos/as elaborou um texto, na forma de artigo, e socializou sua pesquisa com os demais integrantes da turma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização da pesquisa historiográfica, como indicado na metodologia deste trabalho, os/as licenciandos/as em Química utilizaram [11] como referencial teórico. Segundo [11]:



[...] não existe uma fórmula mágica ou receita infalível para fazer uma boa pesquisa em História da Ciência. Em diversos momentos, o pesquisador vai refletir sobre o problema estudado e procurar novas fontes. Ele vai precisar fazer levantamentos, selecionar e localizar documentos, buscá-los ou obter cópias deles e analisá-los. Precisarão também escrever, elaborar uma argumentação, discutir trabalhos historiográficos anteriores sobre o mesmo assunto e fundamentar bem suas conclusões. Tudo isso exige um trabalho intenso, cansativo, e pressupõe o conhecimento de técnicas de pesquisa que o iniciante precisa aprender. Por outro lado, também não existe um orientador que consiga transformar seu orientando em um bom pesquisador. É preciso um esforço de ambas as partes (p. 307).

Discutimos com os/as licenciandos/as que, ao realizar um estudo em História da Ciência, “[...] é preciso estudar não apenas os vencedores, mas também os derrotados, verificando quais os argumentos que apresentavam contra as novas idéias [...]” [11] (p. 314). Partindo dessa premissa, os grupos de licenciandos/as em Química selecionaram e estudaram, baseados no percurso de análise apresentado no presente trabalho, diferentes TPs. Para demonstrar o uso do percurso de análise proposta, selecionamos a tabela periódica de Gardner e Mazzucchelli de 1930, Figura 1.

Periods	Blocks	Representative elements	Transitional elements	Rare earth elements	
Subshells	s	p	d	f	
Electrons	1 2	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
1	Shells: 1	1 H 1.008 4.003			
2	2	3 Li 6.940 6.941 4 Be 9.012 9.012			
3	3	11 Na 22.990 22.990 12 Mg 24.305 24.305			
4	4	13 Al 26.981 26.981 14 Si 28.086 28.086 15 P 30.974 30.974 16 S 32.065 32.065 17 Cl 35.453 35.453 18 Ar 39.948 39.948	21 Sc 44.956 44.956 22 Ti 47.88 47.88 23 V 50.942 50.942 24 Cr 51.996 51.996 25 Mn 54.938 54.938 26 Fe 55.845 55.845 27 Co 58.933 58.933 28 Ni 58.69 58.69 29 Cu 63.546 63.546 30 Zn 65.38 65.38		
5	5	37 Rb 85.468 85.468 38 Sr 87.62 87.62	39 Y 88.906 88.906 40 Zr 91.224 91.224 41 Nb 92.906 92.906 42 Mo 95.94 95.94 43 Tc 98.906 98.906 44 Ru 101.07 101.07 45 Rh 102.905 102.905 46 Pd 106.42 106.42 47 Ag 107.868 107.868 48 Cd 112.411 112.411	49 In 114.818 114.818 50 Sn 118.710 118.710 51 Sb 121.757 121.757 52 Te 127.603 127.603 53 I 126.905 126.905 54 Xe 131.29 131.29	57 La 138.905 138.905 58 Ce 140.12 140.12 59 Pr 140.908 140.908 60 Nd 144.24 144.24 61 Pm 145 62 Sm 150.35 150.35 63 Eu 151.964 151.964 64 Gd 157.25 157.25 65 Tb 158.925 158.925 66 Dy 162.50 162.50 67 Ho 164.930 164.930 68 Er 167.259 167.259 69 Tm 168.934 168.934 70 Yb 173.045 173.045
6	6	55 Cs 132.905 132.905 56 Ba 137.327 137.327	71 Lu 174.967 174.967 72 Hf 178.50 178.50 73 Ta 180.948 180.948 74 W 183.84 183.84 75 Re 186.207 186.207 76 Os 190.23 190.23 77 Ir 193.224 193.224 78 Pt 195.084 195.084 79 Au 196.967 196.967 80 Hg 200.59 200.59	81 Tl 204.387 204.387 82 Pb 207.2 207.2 83 Bi 208.980 208.980 84 Po 210 85 At 210 86 Rn 222	89 Ac 227 90 Th 232.037 232.037 91 Pa 231 92 U 238.029 238.029 93 Np 237 94 Pu 244 95 Am 243 96 Cm 247 97 Bk 247 98 Cf 251 99 Es 252 100 Fm 257 101 Md 258 102 No 259
7	7	87 Fr 223 88 Ra 226	103 Lr 260 104 Hf 261 105 Ta 262 106 W 263 107 Re 264 108 Os 265 109 Ir 266 110 Pt 267 111 Au 268 112 Hg 269	113 Nh 288 114 Fl 289 115 Mc 290 116 Lv 293 117 Ts 294 118 Og 294	
8	8	119 Uue 119 120 Uuo 120			
Groups	I II III IV V VI VII O	III IV V VI VII transition I II III IV V VI VII transition I II			
	a a a a a a a	b b b b b b b			
		c c c c c c c			

Figura 1. Tabela periódica atribuída a Gardner e Mazzucchelli. Fonte: [12].

A área, no site do *Internet Database of Periodic Tables*, dedicada a essa TP possui poucas informações: o sobrenome de dois autores (Gardner e Mazzucchelli), uma data (1930), e uma representação gráfica reproduzida do livro do historiador da química Edward G. Mazurs (1894-1983) publicado em 1974 (*Graphic Representations of the Periodic System During One Hundred Years*).



A partir de uma primeira leitura da representação gráfica apresentada na Figura 1 é possível observar que: (i) apesar do arranjo dos elementos químicos ser diferente da tabela periódica de Mendeleev, Mazurs faz menção, com certo destaque, a “tabela do sistema periódico dos elementos químicos de Mendeleev (1869)”; (ii) a representação gráfica foi construída, a partir da configuração eletrônica, por Gardner e Mazzucchelli em 1930; (iii) a atribuição de cores a essa representação gráfica foi feita por Mazurs; (iv) Roy Gardner permitiu a publicação da mesma; (v) há a indicação de 120 elementos possíveis e 101 conhecidos, sendo este último o mendelévio (Md), que foi sintetizado pela primeira vez em 1955 [13].

As observações iniciais indicadas acima apontam para o fato de que Mazurs, além de atribuir cores aos grupos de elementos químicos, atualizou a TP de Gardner e Mazzucchelli considerando os elementos químicos transurânicos (além do urânio) que foram sintetizados no período de 1940 a 1955. Na realidade essa TP é a apresentada no livro *Types of graphic representation of the periodic system of chemical elements*, publicado em 1957, por Mazurs. Segundo Laurence S. Foster [14], que fez a resenha desse livro para o *Journal of Chemical Education*, “Mazurs selecionou dentre as infinitas variações aquela que ele considera **ser a melhor representação do sistema periódico**” (p. 415, tradução nossa, grifo de Foster), que para ele é a tabela de Gardner e Mazzucchelli. De certa forma, Foster concorda com Mazurs ao declarar que “[...] muitos concordarão com Mazurs que esta é realmente uma tabela muito útil” [14] (p. 415, tradução nossa).

Ainda assim, consideramos para fins de trabalhos em História da Ciência que a TP que devemos avaliar é a original, a desenvolvida por Gardner e Mazzucchelli no ano de 1930. No Quadro 2, utilizando os itens norteadores indicados (na metodologia do presente artigo) para a realização da segunda etapa do trabalho, apresentamos uma análise da TP proposta por Gardner e Mazzucchelli.

Quadro 2. Análise da tabela periódica proposta, em 1930, por Gardner e Mazzucchelli.

Informações gerais	
Autor que propôs a tabela periódica selecionada	Roy Gardner (1898-1967) e Arrigo Mazzucchelli (1877-1935)
Ano de publicação	1930
Veículo de publicação	Publicada, independentemente, nos periódicos <i>Nature</i> e <i>Gazzetta Chimica Italiana</i> .
Perspectiva internalista	
Critério utilizado para o desenvolvimento da tabela periódica selecionada	Configuração eletrônica dos átomos dos elementos químicos.



<p>Os conhecimentos químicos da época são concordantes com a tabela periódica selecionada?</p>	<p>A tabela periódica de Gardner considera "[...] a distribuição de elétrons em grupos correspondentes aos principais números quânticos para todos os elementos e, ao mesmo tempo, preserva as características mais essenciais do arranjo bidimensional de Mendeléef" [15] (p. 146, tradução nossa). As configurações eletrônicas utilizadas são, como o próprio Gardner afirma, aquelas fornecidas por Sidgwick no livro <i>Electronic Theory of Valency</i> publicado em 1927.</p> <p>Já representação gráfica de Mazzucchelli é, segundo o próprio autor, uma derivação da TP produzida, em 1928, pelo físico italiano Orso Mario Corbino (1876 - 1937). A tabela proposta por [16] é organizada considerando os valores de n de 1 a 7 (K - Q) como abcissas e os estados correspondentes $k = 0$ a $k = 3$ (s, p, d, f) como ordenadas; os estados são divididos em grupos correspondentes com diferentes valores de k. Já a tabela de Mazzucchelli se difere da proposta por Corbino por girar o "diagrama 90° (mudança mútua de abcissas e ordenadas) para que os elementos heterológicos sejam organizados em linhas horizontais em vez de verticalmente, obtendo assim um arranjo semelhante à tabela Mendelyeev" [17] (p. 531, tradução nossa).</p> <p>Os excertos acima indicam que Gardner e Mazzucchelli se baseavam em autores contemporâneos e utilizaram conhecimentos químicos produzidos no período em que a representação gráfica foi desenvolvida.</p>
Perspectiva externalista	
<p>Formação e atuação profissional do autor</p>	<p>Arrigo Mazzucchelli (1877-1935) foi um químico italiano formado em Química em 1899. Atuou como assistente em Pádua no Instituto de Química Geral (1900-1901), depois em Roma no Laboratório de Saúde Pública (1902-1903), e como docente no Instituto de Química Geral da Universidade de Roma (1904 a 1924), e depois nas Universidades de Messina e de Pisa. Realizou pesquisas principalmente na área de Físico-Química [18].</p> <p>Roy Gardner (1898-1967) foi um químico neozelandês formado pela Universidade de Auckland (1921), mestre (1922) e doutorado (1930) pela Universidade de Otago. Atuou como professor da Universidade de Otago no período de 1922 a 1933, realizou várias pesquisas principalmente na área de Química Farmacêutica, foi membro de algumas sociedades científicas da Nova Zelândia, e como consultor em Química Industrial [19].</p>
<p>Importância do veículo de publicação, considerando inclusive o idioma no qual foi publicado.</p>	<p><i>Nature</i> (acessível em https://www.nature.com/) é uma revista científica interdisciplinar britânica, publicada, de forma ininterrupta, desde 4 de novembro de 1869. É ainda hoje a revista científica mais citada do mundo pelo <i>Journal Citation Reports</i>, e uma das poucas revistas acadêmicas remanescentes que publica pesquisas originais em uma ampla gama de campos científicos.</p> <p><i>Gazzetta Chimica Italiana</i> era uma revista científica italiana sobre química, com revisão por pares. Foi criada em 1871 pela Sociedade Italiana de Química, mas em 1998 cessou a publicação e foi mesclada, juntamente com alguns outros periódicos europeus relacionados à Química, para formar o <i>European Journal of Organic Chemistry</i> e o <i>European Journal of Inorganic Chemistry</i>.</p> <p>Apesar das duas revistas terem sido criadas em datas próximas, a revista <i>Nature</i> era, já na década de 1930, a revista em inglês de maior prestígio pela comunidade científica. A revista <i>Gazzetta Chimica Italiana</i>, por sua vez, era a revista oficial da Sociedade Italiana de Química, de menor circulação e prestígio do que a <i>Nature</i>. Desta forma, o trabalho de Gardner, provavelmente, teve um maior número de leitores, de diferentes países.</p>



Recepção pela comunidade de praticantes da Química	<p>Após consulta as bases de dados <i>SciFinder</i> e <i>Google Acadêmico</i> não encontramos trabalhos que citam os artigos sobre as tabelas periódicas de Gardner e Mazzucchelli. Ao consultar a base de dados <i>Google Books</i> observamos que os artigos desses autores aparecem em livros de história da tabela periódica, tais como: (i) <i>Mendeleev to Oganesson: A Multidisciplinary Perspective on the Periodic Table</i>, publicado em 2018, por Eric Scerri, Guillermo Restrepo; (ii) <i>Graphic representations of the periodic system during one hundred years</i>, publicado em 1974, por Edward G. Mazurs; (iii) <i>Types of graphic representation of the periodic system of chemical elements</i> publicado em 1957, por Edward G. Mazurs; e em livros didáticos publicados por William Fay Luder: (i) <i>The Electron-repulsion Theory of the Chemical Bond</i> publicado em 1967; (ii) <i>General Chemistry</i> publicado em 1965.</p> <p>Vale ressaltar que Luder publicou dois artigos no periódico <i>Journal of Chemical Education</i> relacionados a presente pesquisa. No artigo de 1939, <i>An Improved Periodic Table</i> [Uma tabela periódica melhorada], Luder apresenta “[...] o novo arranjo sugerido por R. L. Ebel não apenas ajusta os elementos em seus devidos lugares de maneira totalmente consistente, mas a base sobre a qual é feito é mais fundamental do que o antigo” [20] (p. 394, tradução nossa). Posteriormente, Luder reconhece, em 1943, que esse tipo de representação gráfica havia sido publicado anteriormente por Gardner [21].</p> <p>[22] ao afirmarem que “[...] reconhecem uma dívida considerável com a tabela de Gardner com sua classificação quádrupla; com a de Ebel [...]; e com a de Luder, que incorpora uma classificação adicional de acordo com as subcamadas <i>s</i>, <i>p</i>, <i>d</i> e <i>f</i>” (p. 216, tradução nossa), indica que, até aquele período, o artigo de Mazzucchelli, que já era falecido, não era conhecido pelos praticantes da Química.</p>
Comparação da tabela periódica selecionada com a tabela periódica recomendada pela IUPAC	
As duas representações gráficas, a recomendada pela IUPAC e a proposta por Gardner e Mazzucchelli em 1930, utilizam critérios semelhantes para organização dos elementos químicos: a distribuição eletrônica dos elementos químicos. No entanto, a representação proposta por Gardner e Mazzucchelli agrupa de forma mais coerente os elementos químicos em blocos de terminação dos elétrons de valência.	

Fonte: Autoria própria.

Ao consultar os originais produzidos por Gardner e Mazzucchelli observamos que as representações gráficas utilizadas por eles diferem da apresentada por Mazurs em seu livro. A proposta de Gardner (Figura 2) enfatiza a existência de quatro tipos de elementos: (1) aqueles com todos os grupos de elétrons completos (os gases inertes); (2) aqueles com um grupo incompleto (os elementos representativos); (3) aqueles com dois grupos incompletos (os elementos de "transição"); (4) aqueles com três grupos incompletos (as terras raras elementos).

Segundo [21] essa representação gráfica “[...] é impedida de ser completamente bem-sucedida pela adesão rígida à ordem de aumento dos números atômicos. Para manter essa ordem, o gráfico deve ser esticado verticalmente e o último dos elétrons *p*, *d* e *f* não segue sua sequência natural” (p. 23, tradução nossa). A partir desse argumento, Luder (de certa forma) justifica a adoção e melhoria da tabela periódica de Ebel. No entanto, ao observar e comparar as tabelas periódicas de Ebel (1938, Figura 3a), Luder (1939, Figura 3b), e Luder (1970, Figuras 3c e 3d) podemos observar que a modificação entre as representações de 1939 e 1970 tiveram influência da proposta de Gardner. Além disso, podemos observar que a tabela de Luder apresentada na Figura 3d é semelhante à de Mazurs (Figura 1), que se difere por considerar a existência de 120 elementos químicos.



reflexões/considerações podem ser feitas/obtidas a partir de um estudo como o indicado no presente trabalho. A partir da nossa simulação de estudo, podemos observar que o objeto de estudo selecionado sofreu várias transformações ao longo dos anos. Esse fato reforça que todo conhecimento científico é uma construção humana, que é reelaborado à medida que novos olhares/estudos são realizados. Além disso, pode-se observar que os fatores extra-científicos são extremamente importantes para a realização de uma reconstrução histórica.

O estudo da TP, em aulas de História da Química, pode ser um instrumento importante na formação do/a futuro/a professor/a de Química, pois ao conhecer processos de reconstrução histórica, é possível a observação de diferentes fatores que influenciam na consolidação de determinados conhecimentos. Além disso, abordagens investigativas contribuem para construção de habilidades de problematizar contextos, observar pontos de vistas diferentes, refletir criticamente sobre os processos de construção de conhecimentos, entre outros.

REFERÊNCIAS

- [1] COMTE, A. **Curso de filosofia positiva; Discurso sobre o espírito positivo; Discurso preliminar sobre o conjunto do positivismo; Catecismo positivista**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- [2] BELTRAN, M. H. R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 67-77, 2013.
- [3] CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; PAIXÃO, M. L. A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 977-991, 2015.
- [4] MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2015.
- [5] BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: DOU, 2001.
- [6] UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ, UNIOESTE. **Projeto Pedagógico do Curso de Química, Licenciatura, do Campus de Toledo**. Toledo: Unioeste, 2015.
- [7] UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, UTFPR. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura Em Química da UTFPR - Câmpus Campo Mourão**. Campo Mourão: UTFPR, 2018.
- [8] ROMERO, A. L. **Aspectos históricos, filosóficos e sociológicos do sistema periódico dos elementos químicos: implicações para o ensino de Química**. 2021. 408 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR.
- [9] ROMERO, A. L.; CUNHA, M. B. Aspectos históricos para o ensino da tabela periódica dos elementos químicos. In: ARAUJO, C. L.; MARINHO, J. C. B.; FERREIRA, W. B. **Ciência se faz com pesquisa!** Campina Grande: Realize Editora, 2021, p. 248-267.
- [10] SCERRI, E. The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 373, n. 2037, p. 20140172, 2015.
- [11] MARTINS, L. A-C. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.
- [12] LEACH, M. R. 1930 - Gardner & Mazzucchelli's periodic system elaborated as electronic configuration [acesso em 02 ago 2020]. Disponível em: https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT_id=696
- [13] WIKIPÉDIA. **Descoberta dos elementos químicos**. Brasil: Wikipédia, 2019.



- [14] FOSTER, L. S. Types of graphic representation of the periodic system of chemical elements. **Journal of Chemical Education**, v. 35, n. 8, p. 415, 1958.
- [15] GARDNER, R. A table of electronic configuration of the elements. **Nature**, v. 125, p. 146, 1930.
- [16] CORBINO, O. M. Diagram of quantum states and the formation of the elements in the periodic system. **Nuovo Cimento**, v. 5, p. lvii-lxiv, 1928.
- [17] MAZZUCHELLI, A. A representation of the diagram of the elements according to Corbino. **Gazzetta Chimica Italiana**, v. 60, p. 531-534, 1930.
- [18] SCORRANO, G. **La Chimica Italiana**. Padova: Società Chimica Italiana, 2008.
- [19] MCKEOWN, R. H. Roy Gardner. **Chemistry in New Zeland**, v. 69, n. 2, p. 7-12, 2005.
- [20] LUDER, W. F. An improved periodic table. **Journal of Chemical Education**, v. 16, n. 8, p. 393-395, 1939.
- [21] LUDER, W. F. Electron configuration as the basis of the periodic table. **Journal of Chemical Education**, v. 20, n. 1, p. 21-26, 1943.
- [22] AWRIGLEY, A. N.; MAST, W. C.; MCCUTCHEON, T. P. A laminar form of the periodic table. Part I. **Journal of Chemical Education**, v. 26, n. 4, p. 216-218, 1949.
- [23] EBEL, R. L. Atomic structure and the periodic table. **Journal of Chemical Education**, v. 5, n. 12, p. 575-577, 1938.
- [24] LUDER, W. F. The atomic-structure chart of the elements. **Canadian Journal of Education**, p. 13-16, 1970.