

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

FRANCIELI INES LINK KOCH

**LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS PELO PROGRAMA
NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015: UMA ANÁLISE DAS
PROPRIEDADES PERIÓDICAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

FRANCIELI INES LINK KOCH

**LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS PELO PROGRAMA
NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015: UMA ANÁLISE DAS
PROPRIEDADES PERIÓDICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química, do Departamento Acadêmico de Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^o. Dr. Jaime da Costa Cedran.
Co-orientador: Prof^o. Dr. Emerson Luis Pires.

MEDIANEIRA

2017



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



TERMO DE APROVAÇÃO

LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2015: UMA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS

Por

FRANCIELI INES LINK KOCH

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 28 de Junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Jaime da Costa Cedran

Prof.(a) Orientador(a)

Henry Charles Albert D Naidoo Terroso De Mendonca Brandão

Membro titular

Rodrigo Ruschel Nunes

Membro titular

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

AGRADECIMENTOS

Indubitavelmente, estes parágrafos não irão contemplar todas as pessoas que contribuíram para a realização desta pesquisa. Portanto, de antemão peço desculpas e reforço que contarão com minha eterna gratidão.

Reverencio meu orientador Dr. Jaime da Costa Cedran e co-orientador Dr. Emerson Luis Pires pela paciência, confiança, dedicação na orientação desta pesquisa e por despertar meu interesse pela História da Química.

Agradeço a minha família, pelo incentivo e apoio incondicional. Ao meu namorado, pelo carinho, compreensão, incentivo e companheirismo.

A Deus, por iluminar meu caminho, guiar-me e proteger-me em todos os momentos de minha vida, possibilitando essa e demais conquistas.

“Chegando a este ponto da vida, qual Químico, diante da tabela periódica ou dos índices monumentais de Beilstein e de Landolt neles não distingue espalhados os tristes andrajos ou os troféus do próprio passado profissional? Basta folhear um tratado qualquer, e as memórias brotam abundantes: Entre nós há quem tenha indelevelmente ligado seu destino ao bromo, ao propileno, ao grupo- NCO ou ao ácido glutâmico; e diante de um tratado cada estudante de Química devia estar consciente de que numa daquelas páginas, talvez numa só linha, fórmula ou palavra, está escrito seu futuro em caracteres indecifráveis, mais que se tornarão claros “depois”: depois do sucesso, do erro ou da culpa, da vitória ou da derrota” (Primo Levy- “A tabela Periódica”, 1995, p. 222).

RESUMO

KOCH, Francieli Inês Link. **Livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2015: Uma análise das propriedades periódicas.** 2017. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O presente trabalho contempla a análise da forma como as obras aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD, 2015), apresentam os conceitos relativos as propriedades periódicas. As investigações fundamentam-se na pesquisa qualitativa do tipo exploratória embasada em critérios alicerçados na história da ciência e ensino da periodicidade elementar, relacionados com o que é proposto nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002) para o ensino desta, isto é, se conduz à aprendizagem significativa. Nos livros didáticos, analisou se as obras embasam o estudo do fenômeno da periodicidade no modelo tradicional de ensino ou abrangem a metodologia de diferenciada de ensino no qual utiliza-se o sistema de arranjo dos átomos como uma ferramenta para auxiliar na compreensão do referido conceito pelos educandos. Com a pesquisa, investigou como aborda-se a história da ciência nos livros didáticos disponíveis para esta modalidade de ensino, com o intuito de verificar se contém o processo de construção do conhecimento científico, isto é, segmento humano, mutável, complexo, não acumulativo e dependente dos contextos socioculturais da época.

Palavras-chave: Tabela periódica dos elementos químicos. Livros didáticos. Química.

ABSTRACT

KOCH, Francieli Inês Link. **Chemistry textbooks approved by the 2015 National Textbook Program (PNLD): Analysis of the periodic properties.** 2017. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

The present work contemplates the analysis of the form in which the textbooks approved in the National Program of Didactic Book (PNLD, 2015), presents the concepts related to the properties of the periodic table of elements. The research is based on an exploratory type of qualitative research with the criteria of the history of science and elementary periodicity of the elements, confronted with what is proposed in the Complementary Educational Guidelines to the National Curricular Parameters (PCN +, 2002) for a more meaningful teaching and learning method. The textbooks analysis consisted in verifying if the study of the periodicity phenomenon was based in the traditional model of education or if they include a differentiated methodology of teaching in which is used the system of arrangement of atoms as a tool to better assist the understanding of the concept by the learners. With the research, the investigation of how the history of science is approached in the textbooks available for this modality of teaching was made, in order to verify if it contains the process of construction of scientific knowledge, this is, the human segment knowledge that is changeable, complex, non-cumulative and dependent on the sociocultural contexts of each epoch.

Keywords: Periodic table of elements chemistry. Didactic Book. Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Arco periódico dos elementos	36
Figura 2- Local de inserção das propriedades periódicas na obra.....	46
Figura 3- Tabela Periódica dos elementos	47
Figura 4- Resumo histórico da classificação dos elementos.....	48
Figura 5- Tabela periódica e diagrama de energia.....	49
Figura 6- Elementos representativos.....	50
Figura 7- Forma longa da tabela periódica.....	51
Figura 8- Posição das propriedades elementares na obra	54
Figura 9- Simbologia representativa dos elementos químicos.....	56
Figura 10- Algumas propostas de classificação dos elementos.....	57
Figura 11- Tabela periódica proposta por Mendeleev.....	59
Figura 12- Classificação periódica de Niels Bohr	59
Figura 13- Organização periódica dos elementos representativos e de transição	61
Figura 14- Tabela periódica dos elementos	61
Figura 15- Raio atômico versus número atômico	62
Figura 16- Capítulo que contempla as propriedades periódicas.....	64
Figura 17- Sistemas de organização elementares.....	65
Figura 18- Tabela periódica	66
Figura 19- Reprodução da tabela proposta por Mendeleev, em 1869.....	67
Figura 20- Raio atômico ao decorrer da tabela periódica	68
Figura 21- Tabela da energia de ionização versus número atômico.....	69
Figura 22- Raio atômico e energia de ionização na tabela periódica.....	70
Figura 23- Posição das discussões sobre periodicidade na obra.....	71
Figura 24- Tabela periódica dos elementos	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Livros aprovados no PNLD 2015	41
Tabela 2- Critérios de análise dos livros didáticos.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEB	Câmara de Educação Básica
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
ECODEQ	Encontro do Centro-Oeste de Ensino de Química
EDEQ	Encontro de Debates sobre Ensino de Química
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
EPPEQ	Encontro Paulista de Pesquisa e Ensino de Química
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
LDB	Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PEQUIS	Projeto de Ensino de Química e Sociedade
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Ensino médio e legislação	15
3.2 Análise evolutiva dos livros didáticos destinados ao ensino médio	21
3.3 Ensino de química	30
3.4 Periodicidade dos elementos	32
3.5 – Aprendizagem significativa	38
4 METODOLOGIA	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Análise das propriedades periódicas nos livros didáticos aprovados no PNLD 2015	45
5.1.1 Análise do Livro “Química 1”	45
5.1.2 Análise do Livro “Química cidadã”	52
5.1.3 Análise do Livro “Química”	63
5.1.4 Análise do Livro “Ser Protagonista Química”	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos e proliferação de informações sem comprovação científica, a sociedade atual vêm passando por processo de mudanças significativas. Esse processo acelerado de modificações e rupturas, se reflete em todos os setores da sociedade (CARVALHO, 1997).

Neste segmento, a educação assume papel significativo, isto é, desenvolver o conhecimento técnico-científico. Particularmente no ensino de química, a compreensão desta ciência desmistifica as concepções maniqueístas dos discentes, que atribuem à disciplina como a causa de catástrofes ambientais, fenômenos de poluição, artificialidade em produtos alimentícios, dentre outros (BRASIL, 2015, p. 13).

Usufruir da história da ciência para a abordagem do conhecimento químico contribui para demonstrar o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, proporcionando um panorama mais amplo da real natureza da ciência, isto é, seus métodos e suas limitações, tendo como resultante, o desenvolvimento do senso crítico, no qual os saberes científicos são desmistificados sem destruir seu valor (CARVALHO, 2007, p. 32).

A abordagem histórica dos conceitos permite ao discente vislumbrar a ciência como processo de construção humana mutável que ocorre de maneira complexa, isto é, não linear e nem acumulativa. Nesta perspectiva, analisaremos a forma na qual a história da ciência é explanada nas obras aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), 2015 para a disciplina de química, tendo como objeto da investigação das propriedades e tabelas periódicas, por meio da metodologia de pesquisa qualitativa, do tipo exploratória fundamentada na revisão bibliográfica.

Para Trindade, Rodrigues e Saito (2010), a história da ciência nos livros didáticos é abordada por meio de breves biografias, acarretando em um panorama superficial e, por vezes, distorcido no qual subentende-se a ciência como livre de erros, neutra e desenvolvida por gênios. Nesta perspectiva, sobre a periodicidade dos elementos Targino e Baldinado (2016), argumentam que as obras expõem um carácter positivista e enciclopédico, contém diversas lacunas, pois, omitem eventos ou relações que poderiam contribuir, por exemplo, para a compreensão do contexto e proposição da lei periódica.

Propõe-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000), que o conhecimento Químico não deve ser compreendido como um conjunto de conceitos isolados e finalizados, mas como uma construção humana em constante modificação (BRASIL, 1999). Entretanto, a abordagem metodológica das escolas continua sendo a mesma, isto é, priorizando informações desvinculadas do cotidiano dos discentes (CHASSOT, 1995). Em diversas ocasiões, são enfatizadas propriedades periódicas, tais como: Eletronegatividade, raio atômico, potencial de ionização entre outras, em detrimento de conteúdos significativos referentes aos elementos químicos, como ocorrência, métodos de preparação, propriedades, aplicações e as correlações entre esses assuntos (BRASIL, 1999).

No processo de ensino-aprendizagem da periodicidade dos elementos, destaca-se como obstáculo para a compreensão conceitual, a utilização errônea da tabela periódica, praticada por diversos docentes, que priorizam a memorização das propriedades por meio de tendências em forma de setas no sistema de organização atômico convencional, ao invés de fomentar e desenvolver relações entre as propriedades e tabelas.

Nesta perspectiva, não é enfatizado aos discentes que periodicidade é um fenômeno verificado empiricamente no qual as propriedades elementares apresentam regularidade em relação à um determinado parâmetro, independente do sistema de representação consultado, que serve apenas, como uma forma prática de organizar um conjunto de dados de acordo com sua peculiaridade e auxiliar na visualização.

Com a pesquisa, pretendeu-se investigar na literatura, as dificuldades dos discentes que impedem a compreensão do fenômeno da periodicidade e confrontá-las com a abordagem utilizada nesta temática nas obras aprovadas no PNLD (2015), com o intuito de verificar se os materiais didáticos preconizam a tabela periódica como uma ferramenta que conduz a aprendizagem significativa por meio da aplicação dos conceitos explanados ou prioriza-se a memorização de tendências no formato de setas neste sistema de organização elementar convencional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar nas obras aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015 para a disciplina de química, a forma que os conceitos relacionados com a periodicidade dos elementos são apresentados pelos autores, bem como a ênfase atribuída aos sistemas periódicos.

2.2 Objetivos específicos

Analisar nos livros didáticos do ensino médio aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD, 2015) para a disciplina de química, a ênfase dada aos sistemas periódicos de representação.

Explorar nos livros didáticos se a metodologia empregada para a construção dos conceitos referente a periodicidade induz à memorização das características elementares ou se fomentam a relação entre propriedades e tabelas.

Analisar se os livros didáticos ressaltam que a periodicidade é fenômeno intrínseco aos elementos e ocorre independente do formato de tabela utilizado.

Verificar se os livros didáticos salientam a possibilidade de existir outros sistemas de organização elementar que diferem da representação convencional arranjada em ordem crescente de número atômico.

Examinar a forma no qual aborda-se a construção do conhecimento científico nos livros didáticos, por meio da análise histórica da química para o desenvolvimento dos sistemas de classificação elementar.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ensino médio e legislação

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) fomentou a reformulação do ensino secundário no Brasil, atribuindo à esta etapa como conclusiva da educação básica e com duração mínima de três anos, por meio da resolução Câmara de Educação Básica (CEB) Nº. 3, de 26 de Junho de 1998 no qual regulamentou-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, complementada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais divulgados em 1999 (Art. 35, Lei 9.394/96).

O Ensino Médio adquire característica de terminalidade, que significa a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos desenvolvidos no Ensino Fundamental e tem por finalidade: Possibilitar o prosseguimento dos estudos; preparar para o mercado de trabalho, formando sujeitos capazes de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento; desenvolver a formação ética, autonomia intelectual e pensamento crítico do educando; dotar o discente com ferramentas que permitam continuar aprendendo por meio da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivo, estabelecendo relações entre a teoria e a prática (Art. 35, incisos I a IV, Lei 9.394/96).

Ao estabelecer o Ensino Médio como etapa conclusiva da educação básica, deixa de ser, portanto, organizado em duas tradições formativas: Pré-universitária e a profissionalizante. A modalidade preparatória para o Ensino Superior tem se caracterizado pela ênfase na estrita divisão disciplinar do aprendizado, isto é, seus objetivos educacionais se expressavam em uma lista de tópicos no qual a escola deveria abordar, embasado na premissa de que o domínio de cada disciplina era requisito necessário e suficiente para o prosseguimento dos estudos. Nesta metodologia, os conhecimentos só forneciam amplitude cultural ou sentido prático para os indivíduos que completavam o terceiro grau (BRASIL, 2002, p. 5).

Em contrapartida, o Ensino Médio na modalidade profissionalizante seria caracterizado pela ênfase dada à formação de mão de obra para o mercado de trabalho, isto é, atividades e disciplinas relacionadas a produção de bens ou serviços. Capacitava-se para uma especialidade laboral, por meio de aprofundamentos ou

especializações de caráter técnico, em detrimento da formação mais ampla, ou seja, desenvolviam-se competências específicas dissociadas de uma formação cultural abrangente (BRASIL, 2002, p. 5).

Partindo dos fundamentos definidos na LDB (Lei 9.394/96), o Ministério da Educação em trabalho conjunto com pesquisadores das diferentes áreas de ensino, entidades, Universidades, professores da rede pública e representantes da comunidade acadêmica elaboraram uma proposta de reforma curricular, alicerçada em competências básicas para a inserção dos jovens na vida adulta (BRASIL, 2002, p. 4). As sugestões foram encaminhadas aos Estados para uma análise crítica, através de reuniões com educandos da rede pública selecionados aleatoriamente, com o intuito de verificar o nível de compreensão e a receptividade dos documentos produzidos. Após ampla discussão e debates abertos à população o material obteve aprovação do Conselho Nacional de Educação e foi denominado como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio por meio da Resolução CEB/CNE Nº. 3, de 26 de Junho de 1998 (BOTH, 2007, p. 23).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (CEB/CNE nº. 03/98) estabeleceram a organização dos conteúdos curriculares em três áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia; Ciências Humanas e suas Tecnologias.

Para cada área do conhecimento, foi elaborado em 1999 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no qual apresentavam as competências e habilidades a serem desenvolvidas e em cada disciplina, o material continha orientações para a organização curricular enfatizando a contextualização, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Esta dissertação terá como foco a área do conhecimento denominada Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que contempla os métodos de apropriação e construção de pensamentos mais abstratos e ressignificado, derivado de um processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos (BRASIL, 2000, p. 20).

A aprendizagem de concepções científicas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho embasadas na resolução de problemas é finalidade da área, tendo como meta, aproximar o discente do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços (BRASIL, 2000, p. 20). Compete a essa área de

acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (CEB/CNE nº. 03/98):

- a) Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.
- b) Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das ciências naturais.
- c) Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos.
- d) Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades.
- e) Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações.
- f) Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos.
- g) Apropriar-se dos conhecimentos da física, da química e da biologia e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.
- h) Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade.
- i) Entender a relação entre o desenvolvimento das ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar.
- j) Entender o impacto das tecnologias associadas às ciências naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.
- l) Aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida.
- m) Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas (Art. 10, RESOLUÇÃO CEB Nº. 03, de 26 DE JUNHO DE 1998).

A três áreas do conhecimento, organizam e interligam as disciplinas, mas não as diluem ou eliminam. A interdisciplinaridade almeja estabelecer interconexões entre os conjuntos de saberes por meio das relações de complementaridade, convergência e divergência, fomentando a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante, perante as contínuas transformações da sociedade atual (BOTH, 2007, p. 27). Nesse sentido, estar preparando para a vida significa:

Saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e

solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado (BRASIL, 2002, p. 6).

Nas diretrizes e parâmetros que fundamentam o Ensino Médio, as disciplinas de biologia, física, química e a matemática integram a mesma área do conhecimento, isto é, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pois, têm como alicerce a investigação da natureza e o desenvolvimento tecnológico, ou seja, compartilham entre si linguagens de representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2002, p. 20). Compete a essa área:

Identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; utilização de instrumentos e procedimentos apropriados para medir, quantificar, fazer estimativas e cálculos; identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos de várias ciências e outros campos do saber (BRASIL, 2002, p. 26).

As competências a serem desenvolvidas nesta área de conhecimento, isto é, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias são as mesmas que direcionam e organizam o Ensino Médio e englobam: Representação e a comunicação científico tecnológicas; investigação e compreensão; contextualização sociocultural dos conhecimentos científicos e tecnológicos. A competência geral da representação e comunicação envolve:

A articulação dessa nomenclatura, desses códigos e símbolos em sentenças, diagramas, gráficos, esquemas e equações, a leitura e interpretação destas linguagens, seu uso em análises e sistematizações de sentido prático ou cultural, são construções características dessa área de conhecimento, mas hoje integram um instrumental igualmente necessário para atividades econômicas e para o pensamento social (BRASIL, 2006, p. 24).

Para a competência de investigação e compreensão é proposto o desenvolvimento de elaboração de escalas, construção de modelos representativos e explicativos essenciais para a compreensão de leis naturais e sínteses teóricas. A distinção entre: Modelo e realidade; interpretação e fenômeno; transformação e conversão; evolução e identidade; unidade e diversidade; equivalência e complementaridade. Essas habilidades são consideradas instrumentos gerais a serem explanadas em todos os aprendizados científicos com a prerrogativa de contribuição na cidadania (BRASIL, 2006, p. 25).

Em termos gerais, a competência da contextualização sociocultural engloba a inserção da ciência e suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural. O reconhecimento e discussão de aspectos éticos e práticos da ciência no mundo contemporâneo (BRASIL, 2006, p. 31).

As três competências propostas proporcionam ao docente à percepção de linguagens comum entre a sua disciplina e as demais pertencentes as áreas do conhecimento, fomentando o desenvolvimento da interdisciplinaridade, como por exemplo, usufruir dos conceitos logaritmos para ensinar: Funções trigonométricas, exponenciais ou distribuições estatísticas; medições do Potencial Hidrogeniônico (pH) para acidez e basicidade do meio; escala Richter para terremotos e abalos sísmicos; populações de microrganismos; decibéis de potência sonora (BOTH, 2007, p. 29).

As propostas apresentadas nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o ensino de química se contrapõe à ênfase do ensino pautado na memorização de informações, nomenclaturas, fórmulas e conhecimentos fragmentados e desconectados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende-se que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos (BRASIL, 2002, p.84).

A Química pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentada como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p. 84).

As competências a serem desenvolvidas na disciplina de química são iguais as da área do conhecimento de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Representação e comunicação; investigação e compreensão; contextualização sociocultural. Sugere-se nos PCNEM, que os conteúdos e atividades desenvolvidas devem fomentar as interações desses três domínios (BRASIL, 2002, p.85).

Reconhecer e compreender símbolos, códigos e nomenclatura própria da Química e da tecnologia química; por exemplo, interpretar símbolos e termos químicos em rótulos de produtos alimentícios, águas minerais, produtos de

limpeza e bulas de medicamentos; ou mencionados em notícias e artigos jornalísticos [...]. Analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos em alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens (BRASIL, 2002, p.86).

Propõem-se nos PCNEM a organização dos conteúdos, considerando a vivência individual dos discentes, isto é, conhecimentos prévios, tradições culturais e a interação social, evidenciando como os saberes científicos e tecnológicos vêm interferindo na produção cultura e meio ambiente. Pretende-se que a partir de situações-problema verídicas, os discentes realizem investigações para entendê-las e solucioná-las, fomentando a aplicação do saber adquirido (BRASIL, 2002, p.90).

O ensino de química é estruturado em nove temas, que permitem o desenvolvimento dos conhecimentos de forma articulada, com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e métodos próprios. Tendo como foco as transformações químicas nos processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2002, p. 90).

1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas; 2. Primeiros modelos de constituição da matéria; 3. Energia e transformação química; 4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas; 5. Química e atmosfera; 6. Química e hidrosfera; 7. Química e litosfera; 8. Química e biosfera; 9. Modelos quânticos e propriedades químicas (BRASIL, 2002, p. 90).

Propõe-se nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que “os elementos químicos e seus compostos podem ser estudados através da periodicidade de propriedades como a reatividade química e a densidade em função das massas atômicas” (BRASIL, 2002, p. 99).

Nessa perspectiva, a tabela periódica poderia ser discutida de modo significativo. A sua reconstrução histórica com base nas propriedades macroscópicas, tal como foi feita por Mendeleev, por exemplo, pode ser uma oportunidade para ampliar esse conhecimento (BRASIL, 2002, p. 99).

Podemos construir o conhecimento sobre elementos químicos, por meio de relações estabelecidas entre as substâncias e os compostos do cotidiano, isto é, associar o sal de cozinha ao cloreto de sódio, o carbono grafite aos lápis e lapiseiras, os gases no interior de uma bexiga cheia de ar, o flúor incorporado no creme dental, o palito de fósforo, o alumínio das panelas, dentre outros.

O estudo dos elementos químicos pode ser aprofundado através da contextualização da produção de energia por meio de matérias-primas como: Óxidos, carbonatos, fosfatos, silicatos, carvão, enxofre, sulfetos e sulfatos. Almeja-se a compreensão das propriedades e usos dos materiais, evitando à memorização de nomenclaturas, símbolos e fórmulas.

3.2 Análise evolutiva dos livros didáticos destinados ao ensino médio

Os livros didáticos são instrumentos educativos amplamente utilizados nas escolas como fonte primária de conhecimento e referência de pesquisa para educandos dos mais diversos contextos sociais do Brasil. Integram os registros documentais de natureza pública e história do cenário educacional, no qual denota-se a influência explícita e implícita da política educacional, dos autores e das editoras. Nesta perspectiva, são constantemente avaliados para alcançar elevados padrões de qualidade (ROMA, 2010, p.26).

Mortimer (1988) publicou um artigo referente a evolução dos livros didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário no Brasil no período anterior à 1930 até 1988. Subsequentemente, Santos (2006) em sua dissertação de mestrado, realizou uma retrospectiva sobre o aperfeiçoamento dos livros didáticos e denota que o desenvolvimento dos mesmos, está vinculado com as políticas públicas de regulamentação das obras. Embasados nestes estudos, pode-se analisar as características dos materiais didáticos propostos ao Ensino Médio para a disciplina de química ao decorrer das décadas.

Até 1930, não existia seriação dos estudos secundários, consequência da ausência de um sistema de ensino estruturado. Neste contexto, os livros didáticos se caracterizavam como compêndios de Química geral com o intuito propedêutico em relação aos exames preparatórios (MORTIMER, 1988, p. 1). Atribuía-se o sistema escolar como mecanismo de ascensão social, pois, acreditava-se que a instrução primária ou profissionalizante tinha por finalidade a formação de mão de obra para todos os setores da atividade nacional (CHAGAS, 1980, p. 386). Nesta época, não havia formação de docentes na área de ciências, tendo como consequência,

especialistas de outros setores como por exemplo, engenheiros, médicos, dentre outros, lecionavam química biologia e física nesta modalidade de ensino (SANTOS, 2006, p. 36).

Os livros didáticos de química utilizados no Ensino Secundário eram constituídos predominantemente de textos e tinham as seguintes características: Os títulos ocupavam pouco espaço; os conceitos eram impressos em negrito; continham exemplificações de fenômenos que conduziram à formulação dos conceitos teóricos; não possuíam exercícios ou questionários, pois, a elaboração dessas atividades era atribuída como competência do professor; apresentavam preocupação com as implicações filosóficas dos conhecimentos químicos, isto é, todas as afirmações que decorrem das hipóteses atômicas são acompanhadas de ressalva, ou seja, apesar da contribuição dessa suposição para a compreensão dos discentes, não há comprovação científica (MORTIMER, 1988, p. 2).

A disciplina de química tornou-se componente curricular obrigatório no Ensino Médio com a Reforma de Francisco Campos (1930-1942) e desde então, contemplou diferentes ênfases, abordagens e concepções influenciadas por contextos sociais, políticos e econômicos vigentes (BRASIL, 2015, p. 7). Com a reestruturação proposta, os livros didáticos passaram de compêndios de química geral, não seriados a livros divididos por série e de acordo com os conteúdos estipulados na remodelação. São necessários dez anos para que todos os livros didáticos se adaptem a essas mudanças (MORTIMER, 1988, p. 3).

Em decorrência da reforma, os livros didáticos apresentaram maior número de ilustrações e esquemas que demonstram representações de modelos da estrutura atômica e molecular. Também nesta época é incorporado exercícios, problemas e questionários ao final da obra e/ou de cada capítulo. Persiste a “preocupação filosófica com o significado das teorias, [...] discussões a respeito do significado da divisibilidade do átomo para a química, e também da transmutação dos elementos, sonho dos antigos alquimistas realizado pelos físicos” (MORTIMER, 1988, p. 6).

A reestruturação do ensino exige a atualização e inclusão de diversos conceitos na disciplina de química, como por exemplo: Estrutura atômica, teoria de valência, classificação periódica, átomo nuclear e quantizado de acordo com o modelo de Rutherford-Bohr, nomenclatura para designar o átomo planetário com órbitas quantizadas; as consequências desse modelo para uma teoria eletrônica de valência;

a classificação periódica, que passa a ser apresentada em ordem crescente do número atômico e não mais do peso atômico (MORTIMER, 1988, p. 6).

As modificações do ensino de ciências para Krasilchik (1987) centravam-se na expansão do conhecimento científico adquirido pós-guerra, atualização dos livros didáticos que continham conceitos considerados obsoletos e a reestruturação curricular que incluíam a substituição dos métodos expositivos pelos métodos ativos, nos quais os laboratórios tinham preponderância.

Durante a Era Vargas (1930-1942) foi proposto a Reforma Capanema ou também denominada Leis Orgânicas do Ensino que estruturou o Ensino Industrial, reelaborou o Ensino Comercial e fundou o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Essa política educacional teve vigor até a década de 60 e foi marcada pela homogeneidade dos conteúdos abordados nos livros didáticos rigorosamente concordante com o programa oficial, retomada de características anteriores à 1930, como por exemplo, as definições operacionais antes dos conceitos teóricos e de acordo com Mortimer (1988), as obras tiveram um empobrecimento significativo em comparação com os períodos anteriores.

[...] as definições não vêm mais em meio a vários exemplos. Inicialmente apresenta-se a definição e, depois, discutem-se um ou mais exemplos. São, também, mais dogmáticos em relação a vários tópicos, não ressaltando as implicações das modernas teorias da estrutura atômica e da valência para uma série de conceitos clássicos, como o de molécula, a ideia de coesão e afinidade, etc. Além disso, continuam a discutir as limitações de certas classificações, como, por exemplo, a dos elementos em metais e metalóides (MORTIMER, 1988, p. 7).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1961, fomentou a heterogeneidade dos livros didáticos, pois, cada autor possuía a liberdade de sequenciar o conteúdo da maneira que considerava mais viável.

Foram incrementados nos livros didáticos os conceitos da teoria de valência, molécula polares e apolares, ligações intermoleculares, ligações metálicas. O acréscimo dessas concepções favoreceu a compreensão das propriedades dos diferentes compostos (iônicos, moleculares, covalentes e metálicos). Em relação a classificação periódica ampliou-se as discussões referentes as propriedades atômicas, como energia de ionização, eletronegatividade, raio atômico. Ao mesmo tempo, continuou a abordagem das propriedades macroscópicas como ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade (MORTIMER, 1988, p. 9).

Na década de 70, a química era vislumbrada como uma das possibilidades para o progresso industrial do País, devido ao cenário econômico desenvolvimentista. Como consequência, conduziu à um ensino científico predominantemente empirista pautado na aprendizagem mecânica, isto é, por meio da memorização de nomenclaturas e fórmulas. Fomentou-se a formação de cursos técnicos e aumentou a demanda por vagas nos cursos de graduação em química. Nessa época consolidaram no mercado editorial as apostilhas de cursinho, caracterizadas pela exposição sintética dos conteúdos, definição conceitual e exemplos; regras e macetes para a resolução de exercícios e resolução de questões de vestibulares com o intuito de treinar os alunos para resolvê-los (BRASIL, 2015, p. 7).

Com a aprovação da Lei nº 5692, de 11 de agosto de 1971, o Ensino Secundário tornou-se predominantemente profissionalizante, isto é, para concluí-lo o discente deveria realizar um curso técnico. Nesta perspectiva, as disciplinas de química, física e biologia restringiam-se a no máximo dois anos de instrução (PILETTI; PILETTI, 1991, p. 240).

Neste período os autores iniciam a publicação de duas edições diferentes para o mesmo livro: Completa e a reduzida. As obras denominadas como reduzidas são versões enxugadas dos volumes únicos “simplesmente fazem uma seleção do texto completo, sacrificando exemplos, explicações mais demoradas, exercícios, etc.” (MORTIMER, 1988, p. 10).

As obras são incorporadas com uma série de truques gráficos, tais como: Conceitos em destaque, títulos em tamanhos variados, exagero de ilustrações, tabelas, gráficos e desenhos. Aumenta-se a quantidade de exercícios, porém, os mesmos são variados no aspecto formal, considerando que, exigem apenas a habilidade de memorizar os conteúdos.

Assim, temos exercícios de completar lacunas, curiosamente denominados por alguns de estudo dirigido ou ainda resumo, em que o aluno é levado a copiar trechos inteiros do texto, normalmente ao final de cada assunto dentro de um capítulo; perguntas tradicionais, de resposta direta; uma variedade enorme de exercícios objetivos, como palavras cruzadas, loteria química, questões de múltipla escolha, correlação de colunas, etc. O resultado de tudo isso é o sacrifício do próprio texto, que fica perdido nesse emaranhado de truques gráficos e metodológicos (MORTIMER, 1988, p. 11).

Nas décadas anteriores o discente possuía liberdade para construir seu projeto de leitura, isto é, sublinhar os tópicos que considera importante e realizar resumos. Neste período os livros didáticos apresentam tudo pronto: Trazem definições

e conceitos destacados e não há necessidade de interpretar os textos basta visualizar os quadros, ilustrações e macetes, tendo por consequência, indução à aprendizagem memorística, no qual privilegia a capacidade do discente em recordar conceitos em detrimento da compreensão dos conteúdos (MORTIMER, 1988, p. 11).

Outra característica da década de 70 é a introdução da mentalidade tecnicista e burocrática no sistema de ensino, influenciando diretamente nos materiais didáticos. Neste período a educação foi alicerçada em ideias da psicologia comportamentalista e o ensino pautava-se em treinamento e condicionamento baseados no controle das variáveis de estímulo e resposta como ocorre com animais (ZIMMERMANN, 1997). Assim, seria possível selecionar comportamentos desejáveis a serem alcançados pelos alunos mediante a educação o que era considerado satisfatório para o regime militar presente na época. Os discentes são condicionados a resolver exercícios de forma mecânica, entretanto, se modificar minimamente qualquer problema, apresentarão dificuldade para resolvê-lo (MORTIMER, 1988, p. 13).

A partir da década de 70, unificaram-se os vestibulares para as Universidades Federais contribuindo para a disseminação da metodologia tecnicista e burocrática. Constituídos unicamente com questões de múltipla escolha, esses testes passaram a determinar os conteúdos a serem ensinados no segundo grau e os métodos empregados. A resolução de exercícios objetivos em sala de aula era vislumbrada como essencial para o treinamento dos estudantes para as avaliações futuras, sendo assim, os livros didáticos enfatizavam formas exercitar os discentes a solucionar esses tipos de perguntas focando apenas, nos conteúdos determinados como importante para as carreiras a fins à química (MORTIMER, 1998, p. 13).

Nesta época, os livros didáticos passaram a ser vistos como mercadorias no qual a forma e a estética se tornaram fundamentais para o consumo e os conteúdos foram relegados a segundo planos. Anteriormente trazia-se o currículo do autor, agora apenas o sobrenome é destacado e cada editora impôs regras e padrões aos escritores com objetivo de tornar seu produto atraente para o consumidor. Desta forma as novas edições mudavam apenas as questões de vestibular ou ilustrações, “conteúdo é repetido, até nos erros” (MORTIMER, 1988, p. 14).

Esses fatos refletem a nova política de editoração. Os livros passam a ser vistos como mercadorias; o que menos importa é o valor didático do conteúdo. A forma e a apresentação são fundamentais num produto para o consumo. Essas mudanças são consequência do grande aumento, a partir de 1970, no número de estudantes em todos os graus de ensino [...]. Com

isso há um incremento muito grande no consumo de livros didáticos, de modo que esse mercado editorial se tornou um grande negócio, em que só as empresas capitalistas bem estruturadas têm condições de competir (MORTIMER, 1988, p. 14).

A partir da década de 80, emergiu um movimento de resistência aos materiais didáticos utilizados em cursinho pré-vestibular, protagonizado pela consolidação de grupos de pesquisa em ensino de química nas Universidades. Nesse cenário, diversos autores se dedicaram a elaborar materiais didáticos contendo fundamentos teórico-metodológicos que articulassem as concepções de ensino-aprendizagem, ciência e educação. Nesse panorama, estabeleceu-se uma rede de eventos e debates, como por exemplo, Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQ), Encontros do Centro-Oeste de Ensino de Química (ECODEQ), Encontros de Debates sobre Ensino de Química (EDEQ), Encontros Paulistas de Pesquisas em Ensino de Química (EPPEQ), entre outros, que fomentaram possibilidades de parcerias entre professores universitários e da educação básica, no intuito de refletir sobre o ensino de Química de maneira mais articulada (BRASIL, 2015, p. 7).

Os livros didáticos de química são alicerçados em conceitos, informações e procedimentos referentes a esse campo científico. Para o professor, foram incorporadas formas alternativas de ensinar, abordagens metodológicas e concepções de ciência, educação e sociedade. Especificamente nestas disciplinas, as obras abordam questões consideradas como clássicas: a experimentação, história da ciência e a contextualização dos conteúdos (BRASIL, 2015, p.13).

No Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015, aliados a preocupação com a experimentação, história da ciência e a contextualização dos conteúdos, emergem dois critérios que conduzem os avaliadores a ampliar a discussão a respeito da importância do livro didático, são eles: a interdisciplinaridade e a produção de livros digitais (BRASIL, 2015, p.13).

A interdisciplinaridade como eixo metodológico, tem sido preconizada oficialmente nos documentos curriculares para o Ensino Médio há, pelo menos uma década. Porém, as políticas de indução das práticas interdisciplinares não têm abrangido de forma significativa os ambientes escolares. Nesta perspectiva, o livro didático pode contribuir como incentivo às ações pedagógicas multidisciplinares em torno de temas de relevância social, cultural e científica (BRASIL, 2015, p.13).

A interdisciplinaridade é uma metodologia que potencializa a abordagem dos conteúdos escolares, enfatizado contextos relevantes para o cotidiano dos discentes e o desenvolvimento de relações entre as diferentes áreas do conhecimento científico (BRASIL, 2015, p.13).

A vida contemporânea, pela sua complexidade, oferece inúmeras situações definidas por problemas que podem ser transformados em questões de investigação, as quais necessitam de articulações de conhecimentos oriundos de diferentes campos científicos para serem aprofundados e mais bem compreendidos. Problemas ambientais, sociais, econômicos, filosóficos, culturais, históricos, entre outros, são caminhos abertos para se pensar a interdisciplinaridade, dos quais a Química pode participar, oferecendo formas de explicação (BRASIL, 2015, p.13).

A internet, as redes sociais, os aplicativos e outras inúmeras formas de interações proporcionadas pelo aperfeiçoamento das tecnologias, materializam-se em artefatos, que fazem parte do nosso cotidiano e dos espaços educativos. Neste sentido, há muito tempo discute-se a potencialidade das ferramentas digitais no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos da disciplina de química (BRASIL, 2015, p.13).

Arquitetar o ensino de química com os avanços tecnológicos, propicia a inusitados e estimulantes desafios, que conduzem à produção de variados objetos educacionais digitais, em formato de vídeos, simulações, jogos, infográficos, dentre outros.

Os objetos educacionais digitais podem encantar pela forma como apresentam produções tecnológicas do campo da informática, articuladas a conhecimentos científicos, a modos de vida, a questões sociais, culturais e econômicas, possibilitando outras vivências por meio de equipamentos como computadores pessoais, tablets, smartphones, etc (BRASIL, 2015, p.13).

A produção de material didático digital, não serve apenas para incrementar a dimensão lúdica nos sistemas de ensino, mas, também como fomento às situações de interação professor-alunos almejando à construção do conhecimento científico de forma significativa. Isto é, tais objetos necessitam demonstrar sua relevância para o processo de ensino-aprendizagem, por meio da pertinência pedagógica que contemplam “as peculiaridades próprias da construção do conhecimento científico em Química” (BRASIL, 2015, p.14).

A pertinência pedagógica assume centralidade quando nos deparamos com as várias propostas didáticas que integram ferramentas tecnológicas envolvendo conceitos químicos. As questões centrais que se estabelecem são: Em que medida os objetos educacionais digitais favorecem aprendizagens em Química?

Como os objetos educacionais digitais trabalham com as dimensões fenomenológica, representacional e teórica que são constitutivas do conhecimento químico?

Como superar uma visão estritamente lúdica no contato com as ferramentas tecnológicas, aprofundando situações, eventos e temas potencialmente relevantes do ponto de vista social e científico? (BRASIL, 2015, p.14).

A análise das obras inscritas no PNLD (2015), foram embasadas nos critérios estabelecidos previamente em edital e de acordo com o contexto curricular condizente com questões contemporâneas do ensino e da educação. A avaliação era composta por parâmetros eliminatórios comum, que examinavam: O respeito a legislação, diretrizes e as normas oficiais que regem o Ensino Médio; os princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano; coerência e adequação da abordagem metodológica desenvolvida pela coleção, por meio da proposta didático-pedagógica explícita e os objetivos almejados; correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos; adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didáticos-pedagógicos da coleção (BRASIL, 2015, p.15).

Haviam critérios específicos para a avaliação do componente curricular química “que se caracteriza como um conjunto de conhecimentos, práticas e habilidades voltadas à compreensão do mundo material nas suas diferentes dimensões” (BRASIL, 2015, p.15). Cada obra foi avaliada de acordo com os seguintes parâmetros:

1. Apresenta a Química como ciência de natureza humana marcada pelo seu caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio de exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação;
2. Aborda a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho;
3. Apresenta o conhecimento químico de forma contextualizada, considerando dimensões sociais, econômicas e culturais da vida humana, em detrimento de visões simplistas acerca do cotidiano, estritamente voltadas à menção de exemplos ilustrativos genéricos que não podem ser considerados significativos como vivência;
4. Não emprega discursos maniqueístas a respeito da Química, calcados em crenças de que essa ciência é permanentemente responsável pelas catástrofes ambientais, fenômenos de poluição e pela artificialidade de produtos, principalmente aqueles relacionados com alimentação e remédios;

5. Trata os conteúdos articulando-os com outras disciplinas escolares, tanto na área das Ciências da Natureza quanto em outras áreas;
6. aborda noções e conceitos sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos, bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados;
7. Valoriza a constituição do conhecimento químico a partir de uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e que necessitam ser mediados na relação pedagógica;
8. Valoriza, em sua atividade, a necessidade de leitura e compreensão de representações nas suas diferentes formas, equações químicas, gráficos, esquemas e figuras a partir do conteúdo apresentado;
9. Não apresenta atividades didáticas que enfatizam exclusivamente aprendizagens mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;
10. Apresenta experimentos adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento (BRASIL, 2015, p.15).

Avaliou-se também o manual do professor, de acordo com os seguintes critérios:

1. Apresenta a disciplina escolar Química, em suas orientações pedagógicas para o professor no contexto da área das Ciências da Natureza, ressaltando as relações e as congruências com noções, conceitos e situações também abordadas em outras disciplinas escolares do Ensino Médio;
2. Apresenta uma proposta pedagógica que compreenda o papel mediador do professor de Química, assumindo sua especificidade e a condução das atividades didáticas numa perspectiva de rompimento com visões de ciência meramente empiristas e indutivistas;
3. Oferece ao professor diferentes possibilidades de leitura de literatura de ensino de Química, com problematizações a respeito do processo ensino-aprendizagem, bem como sugestões de atividades pedagógicas complementares;
4. Explicita, em relação à experimentação, alerta bem claro sobre a periculosidade dos experimentos propostos, bem como oferece alternativas na escolha dos materiais para os experimentos. Propõe também atividades experimentais complementares (BRASIL, 2015, p.16).

As obras de química submetidas à avaliação, foram analisadas por uma equipe de especialistas com competência na área científica, composta por: Professores doutores de diferentes Universidades Brasileiras e de todas as regiões geográficas; bacharéis e licenciados em química; doutores em áreas específicas da química ou em ensino de química. A maior parte desses profissionais, já atuaram na Educação Básica, como professores de química na modalidade de Ensino Secundário (BRASIL, 2015, p.17).

Cada obra foi repassada sem identificação dos elementos de editoriais (título, autoria, editora, dentre outros) e examinada por dois especialistas individualmente, e na sequência, em conjunto. “A avaliação, feita a partir dos critérios já referidos,

ofereceu um retrato detalhado das características, das qualidades e dos problemas de cada coleção” (BRASIL, 2015, p.17).

As obras digitais foram analisadas por uma seleta equipe de especialistas em ensino e tecnologias educacionais. Esses avaliadores examinaram os objetos educacionais digitais, usufruindo como base uma ficha de avaliação específica e articularam seus pareceres juntamente com as resenhas das obras impressas (BRASIL, 2015, p.17).

O conjunto de obras aprovadas pelo PNLD (2015), empenharam-se para abranger a diversidade do contexto educacional Brasileiro. Enfatiza-se que o livro didático escolhido para a disciplina, deve ter coerência com o projeto político pedagógico escola, exerce papel de mediador no planejamento dos conteúdos e material didático de apoio para os alunos. “Não é o livro didático que define os temas a serem estudados na escola, mas, ao contrário, ele é um dos recursos para apoiar o professor na tomada de decisão sobre a melhor sequência didática a ser empreendida com seus alunos” (BRASIL, 2015, p.17).

3.3 Ensino de química

A disciplina de química, assim como as demais de ciências exatas no Ensino Médio, tem provocado a sensação de desconforto para os educandos em função das dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem. Evidencia-se que em diversas instituições, esta área do conhecimento estrutura-se no modelo tradicional, considerando que, fundamenta-se em atividades que norteiam à memorização de informações, fórmulas, nomenclaturas, simbologias, dentre outros, abstendo-se de fornecer ferramentas que conduzem o discente a construir conhecimento científico de forma significativa, contradizendo o que é proposto nos PCNEM.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2002) ressaltam que os conteúdos abordados no ensino de química não devem se resumir à mera transmissão de informações, a qual não apresenta qualquer relação com o cotidiano do aluno, seus interesses e suas vivências (NUNES; ADORNI, 2010, p. 1).

Nesta perspectiva, gera-se nos educandos um desinteresse em relação à disciplina, pois, a forma abstrata na qual os conteúdos são abordados não incentiva relações entre a disciplina e o cotidiano dos educandos, além de induzir questionamentos sobre a relevância da química em suas vidas ou se necessitam compreender apenas, para os vestibulares.

Ao analisar a trajetória do ensino de química Nunes e Adorni (2010), constataram que, a maioria dos discentes investigados, demonstraram possuir dificuldades que impedia a construção do conhecimento científico de forma significativa. Nesta perspectiva, não compreendem o significado, a utilidade e a importância dos conceitos que estudam. Pois, geralmente os conteúdos são abordados desconectados do cotidiano dos discentes, tornando-se assépticos e abstratos, não despertando o interesse e a motivação dos educandos. Para os autores, essa situação é reflexo da formação profissional:

Alguns professores de Química, talvez pela falta de formação específica na área, demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, na maioria das vezes, priorizam a reprodução do conhecimento, ou seja, a cópia e a memorização, acentuando a dicotomia teoria-prática presente no ensino (NUNES; ADORNI, 2010 p. 2).

Partindo deste pressuposto Andrighetto e Richter (2009) afirmam que, geralmente nessas situações, os métodos de avaliação têm carácter reducionista, limitando-se a um instrumento de coleta de informações e atribuição de nota, fundamentado na concepção de educação que confunde aprendizado com a capacidade de memorização e reprodução.

Sem considerar que há causas, fora da escola, que condicionam as dificuldades e insucessos dos alunos, é preciso verificar também, dentro da escola, como esta vem tratando suas dificuldades e produzindo os seus fracassos. Reconhece-se que também na escola, por mecanismos mais ou menos explícitos, há uma prática discriminatória que acentua um processo de seleção e manutenção da hierarquia social. Aí situa-se o processo de avaliação da aprendizagem que reflete e é um reflexo da dinâmica escolar (Souza, 1991, p. 103).

Para a avaliação não se tornar ineficaz ou excludente, é necessário que contenha objetivos previamente estabelecidos e parâmetros de análise e diagnóstico, como sugere Costa (2004):

A avaliação da aprendizagem envolve atividades, técnicas e instrumentos de avaliação que permitem ao avaliador verificar se o aluno adquiriu tais

conhecimentos, capacidades, atitudes, etc. Mas mesmo no caso menos óbvio, da avaliação e conhecimentos, aquilo que o avaliador faz é a observação de certas competências do aluno, isto é a observação de seus saberes postos em ação. De fato, não lhe é possível “olhar para dentro da cabeça” de um aluno para avaliar se ele “tem lá” um conhecimento (ou domina um conteúdo, se preferir). Isto significa que a avaliação é uma atividade eminentemente empírica e que o avaliador nunca está em posição de verificar as aquisições do aluno a não ser que este, convocado para uma atividade de avaliação aprimorada se manifeste se comporte ou haja de algum modo empiricamente acessível. As atividades de avaliação exigirão sempre, pois, uma dada manifestação, ação ou comportamento observável a partir do qual o avaliador infere ter-se concretizado, ou não, daquela aquisição (Costa, 2004, p.5).

De acordo com Nunes e Adorni (2010), o processo de ensino-aprendizagem é fundamentado na reflexão sobre: o que ensinar, como ensinar e porque ensinar. Nesta perspectiva, os conteúdos abordados devem estar vinculados ao cotidiano dos discentes, tendo como prioridade de prepará-los para a vida, tornando-se instrumentos de cidadania e competência social.

[...] A Química, assim como outras ciências, tem papel de destaque no desenvolvimento das sociedades, pois ela não se limita à pesquisa de laboratório e a produção industrial [...]. Embora às vezes não se perceba, esta ciência está presente no nosso dia- a- dia e é parte importante dele, pois a aplicação dos conhecimentos químicos tem reflexos diretos sobre a qualidade de vida das populações e sobre o equilíbrio dos ambientes da terra (UESBERCO; SALVADOR, 2002, p.3).

O ensino de química tem como alicerce a formação de sujeitos críticos, que contribuam para a preservação e a conservação de todas as formas de vida, inclusive da espécie humana e a construção da cidadania, por meio do desenvolvimento de conhecimento e valores conduzindo a serem mediadores da interação do indivíduo com o mundo (NUNES; ADORNI, 2010, p.2).

3.4 Periodicidade dos elementos

O conceito elemento estabeleceu-se por meio da necessidade de explicar fenômenos observados no cotidiano. Os filósofos pré-socráticos principiaram as especulações referentes aos constituintes da matéria. A origem desta denominação está relacionada ao vocábulo grego *stocheion* que caracterizava para Aristóteles tanto elemento quanto princípio. Esta expressão se difundiu pelas várias línguas europeias

através do termo latino *elementum* que é traduzido para a Língua Portuguesa como elemento (OKI, 2002, p.22).

Empédocles (490 a.C.) afirmava que toda substância era formada por quatro compostos: Terra, fogo, ar e água. Esta concepção foi adotada por Aristóteles como molde para a explicação dos fenômenos observados na natureza. Que propôs a “quintessência”, isto é, o éter permeando a matéria como princípio formador dos corpos existentes no mundo supralunar (MAAR, 2008, p.30). Neste sentido, Aristóteles define elemento como “um dos corpos em que os demais corpos podem ser decompostos e que ele próprio não pode ser dividido em outros” (MAAR, 2008, p.31).

Para os historiadores, a definição de elemento proposta por Robert Boyle em 1661, no apêndice de sua obra denominada de *The Sceptical Chymist* que se traduz como “Químico Cético” (MAAR, 2008, p. 367) é considerada como moderna no qual discordava das concepções de elementos como princípios. Neste exemplar, Boyle critica o raciocínio dos alquimistas e propõe que os corpos químicos são derivados de diferentes texturas que resultam de alternadas combinações de partículas (OKI, 2002, p.23).

Elementos são certos corpos perfeitamente puros, primitivos e simples, e não feitos de nenhum corpo, nem um do outro; são os ingredientes dos quais são feitos diretamente todos os corpos chamados de combinados, e nos quais esses corpos por fim decompõem-se. (BOYLE, 1661, p. 226-230 apud MAAR, 2008, p. 367).

Antoine Laurent de Lavoisier adotou os conceitos definidos por Boyle, atribuindo-lhe uma existência concreta. A proposta de Lavoisier de principiar uma nova nomenclatura para as substâncias químicas, teve por intuito a reflexão de sua composição. Para isso, a definição de elemento foi essencial, como denota o trecho a seguir, extraído da obra “Tratado Elementar de Química”, de 1789 (OKI, 2002, p.23).

Se [...] associarmos ao nome de elementos ou de princípios dos corpos a idéia do último termo ao qual chega a análise, todas as substâncias que não podemos decompor por meio algum são para nós elementos: não que possamos assegurar que estes corpos, que nós consideramos como simples, não sejam eles mesmos compostos de dois ou mesmo de um maior número de princípios, mas como estes princípios jamais se separam, ou antes, como não temos nenhum meio de os separar, eles comportam-se para nós como os corpos simples, e não devemos supô-los compostos senão no momento em que a experiência e a observação nos tenham fornecido a prova (BENSAUDE-VINCENT E STENGERS, 1992 apud OKI, 2002, p.23).

O primeiro elemento químico registrado, foi denominado de fósforo, em 1669, nas investigações do cientista Hennig Brand, embora substâncias como ouro, estanho, chumbo, prata e mercúrio já fossem conhecidos desde a antiguidade. Após, aproximadamente duzentos anos, vários compostos foram encontrados e pesquisados, conduzindo os cientistas da época à desenvolverem uma forma de classificá-los (MOURA, 2010, p. 22).

Em 1829, Johann Wolfgang Döbereiner ao investigar a tabela de pesos atômicos proposta por Jöns Jacob Berzelius (1826), notou a semelhança existente nas massas atômicas do Bromo, Cloro e Iodo e propôs a sistematização dos elementos conhecidos em forma de “tríades” organizando-os em quatro categorias: Formadores de sais, seus ácidos e seus óxidos; elementos formadores de ácidos, seus ácidos e seus óxidos; formadores de álcalis e seus álcalis; formadores de alcalinos-terrosos e terras alcalinas (MAAR, 2011, p. 912). Embasado em suas observações, publicou um artigo intitulado de “uma tentativa de agrupar as substâncias elementares de acordo com suas analogias” (DÖBEREINER, 1829).

O conceito de classificação periódica alcançou plenitude lógica e poder preditivo, por meio dos trabalhos de Lothar Meyer e Dimitri Ivanovitch Mendeleev. Em 1870, Meyer publicou seu modelo de tabela periódica contendo 56 elementos, dispostos em nove grupos e separados por famílias na horizontal. Em seus estudos, comprovou que, as propriedades dos compostos, como por exemplo, volume molar, ponto de ebulição, dureza, dentre outros, poderiam ser representadas graficamente em função do peso atômico, uma curva periódica era obtida para cada caso (MAAR, 2011, p. 966).

A classificação de Dimitri Ivanovitch Mendeleev é considerada o alicerce para as representações periódicas convencionais e se fundamentam na organização dos elementos em ordem crescente de massa atômica, distribuindo-os em oito colunas verticais e doze faixas horizontais. Ao analisar a sistematização proposta, notou que as propriedades variavam constantemente à medida que aumentava a massa atômica. A tabela de Mendeleev continha espaços vazios resguardados para os compostos que seriam descobertos no futuro (MOURA, 2010, p. 23).

Kant disse que há no mundo “duas coisas que nunca deixam de merecer a admiração e a relevância do Homem: a lei moral dentro de nós e o céu estrelado acima de nós”. Mas quando dirigimos nosso olhar sobre a natureza dos elementos e da lei periódica, precisamos acrescentar um terceiro item, mais precisamente a natureza das partículas elementares que descobrimos

em qualquer lugar em torno de nós. Sem elas o próprio céu estrelado seria inconcebível, e nos átomos vemos de imediato as individualidades peculiares, a infinita multiplicidade de indivíduos e a submissão de uma aparente liberdade à harmonia geral da natureza (MENDELEEV, 1889 apud MAAR, 2011, p. 903).

A tabela periódica proposta por Dimitri Ivanovitch Mendeleev foi incrementada ao longo dos anos, tanto pelo próprio autor quanto por outros cientistas. A principal alteração remete ao sistema de organização, no qual, o critério para ordenamento passou a ser a quantidade de prótons no núcleo atômico dos elementos, sobrepondo o arranjo por massa atômica. Esse remodelamento tornou-se possível após os trabalhos de Henry Gwyn Jeffreys Moseley publicados em 1913, referente a espectros de Raios-X, que conduziram à determinação dos números atômicos dos elementos. Outras modificações ocorrem pela inserção de novos elementos químicos que foram isolados ou sintetizados. Além disso, diversos pesquisadores se dedicaram a propor diferentes formas de representação, almejando uma sistematização eficaz da periodicidade dos elementos (LEITE; PORTO, 2015, p. 581).

Com a Tabela Periódica, a Química chegou à maioridade. Como os axiomas da geometria, da física newtoniana e da biologia darwiniana, a Química tinha agora uma ideia central sobre a qual todo um novo corpo de ciência podia ser construído. Mendeleev classificara os tijolos do universo (STRATHERN 2002, p. 251).

Atualmente, a periodicidade dos elementos é “essencial à formação de uma concepção científica do mundo, da unidade e complexidade da parte-todo como expressão dialética dos fenômenos químicos naturais” (SEIXAS, et, al. 2001, p. 5). “A lei periódica é considerada um marco sem precedentes no desenvolvimento da química, tendo a mesma importância da descoberta das partículas fundamentais e da teoria moderna da estrutura atômica” (FILHO; FARIA, 1990 p. 53).

Existem diversos modelos de organizações elementares que são elaborados para enfatizar as propriedades periódicas e aperiódicas, com o intuito de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, considerando que, podem ser definidas como extensões da teoria, pois, contemplam satisfatoriamente os conceitos que regem estes fenômenos. Cada arranjo dos átomos, segue uma tendência que evidencia uma característica elementar associada a um determinado parâmetro, como pode ser vislumbrado no arco periódico proposto por Cynthia Kolb Whitney (2008), que deriva de investigações sobre a teoria da relatividade e da pretensão de posicionar Hidrogênio e Hélio satisfatoriamente.

$N = 4$ $N = 4$ $N = 3$ $N = 3$ $N = 2$ $N = 2$ $N = 1$
 $L = 32$ $L = 32$ $L = 18$ $L = 18$ $L = 8$ $L = 8$ $L = 2$ $L = 2N^2$ $Z = \sum L's = 2, 10, 18, 36, 54, 86, 118$

Figura 1- Arco periódico dos elementos

Fonte: Whitney, 2008

Os sistemas de organização atômico, são utilizados para a compreensão dos fenômenos associados à periodicidade dos elementos, com o intuito de comparar e prever as propriedades dos compostos bem como as combinações de distintas substâncias. Entretanto, a tabela é exposta em diversas ocasiões de maneira dogmática, abarrotada de regras de memorização, transformando o ensino desses conceitos em uma avalanche de informações de carácter enciclopédico (BELTRAN; CISCATO, 1995). Além disso, geralmente os materiais didáticos contemplam apenas, o modelo convencional derivado das investigações de Moseley, no qual os elementos são arranjados em ordem crescente de número atômico, agregando implicitamente a esta temática, a falsa impressão de imutabilidade, isto é, conhecimento fixo e inalterável, porém, a ciência é um processo de construção humana, mutável e em constante modificação.

Apresentamos aos nossos alunos uma Tabela Periódica, dessas que hoje vêm plastificada ou estrategicamente anexadas aos livros-textos, e como um instrumento de trabalho químico, obrigamo-los a usá-la ao estudarem as propriedades ou reações dos elementos químicos. O químico, acostumado ao trabalho prático e a atuar no presente em que vive, dificilmente verá nessa providencial tabela algo mais que um recurso didático: Por que estudar os elementos químicos um a um, se grupos inteiros deles apresentam as

mesmas propriedades químicas (os halogênios, os metais alcalinos...) se há variações gradativas de propriedades físicas ao longo dos períodos (horizontais) ou das colunas (verticais), uma periodicidade perpassando a tabela, até mesmo com certas relações diagonais? (MAAR, 2011, p. 899).

O ensino das propriedades periódicas, praticado em diversas instituições, está distante do que se propõe nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002), isto é, de modo significativo à aprendizagem dos discentes. A metodologia empregada, geralmente fundamenta-se em explanar as representações sistemáticas repentinamente, tendo como objetivo, a memorização da nomenclatura dos elementos e suas propriedades. Nesta perspectiva, desconsidera-se que a periodicidade deriva de relações entre as características elementares que apresenta regularidade à medida que aumenta-se ou diminui-se o número atômico e ocorre independentemente do formato de tabela usufruído, que é um método de organizar um conjunto de dados de modo que descomplexifique à visualização.

É corriqueiro nos livros didáticos destacar “tabela periódica” como título do capítulo e expor a representação convencionais de maneira repentina, explanado um método simplório e mecanizado de se obter os dados contidos. Subsequentemente, aborda-se os conceitos referentes a periodicidade dos elementos, subtendendo que esse fenômeno é uma consequência da forma de sistematização e não ao contrário. Como pode ser vislumbrado na obra de David Paul Ausubel (1989):

A tabela periódica é uma ferramenta imprescindível no estudo da Química por criar mecanismos de compreensão do conhecimento científico, que possibilita aos alunos, no contexto da sala de aula "reproduzir os modelos", e pela via de sua "construção", o conhecimento significativo (AUSUBEL et al, 1989).

De acordo com Godoi e colaboradores (2010), o ensino da tabela periódica é sempre um desafio, pois, os discentes têm dificuldade na compreensão e entendimento das propriedades periódicas e aperiódicas e, inclusive, como os elementos foram dispostos na tabela e de qual forma as propriedades se relacionam para a formação das substâncias. Na maioria dos casos, os alunos não aprendem como a utilizar e acabam decorando as informações nos quais consideram importante.

Para Souza e Merçon (2014), é necessário fornecer aos alunos uma tabela periódica que contenha o nome dos elementos, pois, não faz sentido obrigá-los a

compreender, em um curto espaço de tempo, a nomenclatura e os símbolos de uma gama de elementos químicos.

Essa pode ser ainda a didática utilizada por muitos professores e é mais um motivo para que a Química seja considerada a disciplina das “decobas” e conseqüentemente odiada pelos alunos [...]. Muitos educadores defendem um ensino de Química motivador, contextualizado, voltado para o cotidiano do aluno, sem memorizações, então as tabelas periódicas dos vestibulares, sem os nomes dos elementos, parecem inconsistentes com esses pensamentos (SOUZA; MERÇON, 2014, p. 7).

É imprescindível que os educandos conheçam ao menos a nomenclatura e a simbologia dos elementos principais, entretanto, este aprendizado acontece gradualmente durante a vida escolar e não apenas, em um bimestre letivo, por isso, é indispensável fornecer possibilidades para os discentes relacionarem as propriedades e tabela periódica por diversas vezes no ensino básico de química, definido como uma metodologia agradável e eficiente de absorver estas informações (SOUZA e MERÇON, 2014, p. 7).

3.5 – Aprendizagem significativa

Para David Paul Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo no qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Esse método envolve a interação específica, que o autor designa como *conceito subsunçor*¹, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999, p. 153).

A aprendizagem significativa acontece quando o novo conhecimento ancora em teorias ou proposição relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, por meio das experiências sensoriais dos indivíduos, ou seja, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1968). Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como organizado, no qual forma-se uma hierarquia

¹ A palavra “subsunçor” não existe no dialeto português, trata-se de uma tentativa de representar o vocábulo da Língua Inglesa “subsumer” que pode ser traduzido como: Inserido, facilitador ou subordinador.

de conceitos, onde elementos mais específicos são assimilados às concepções gerais e inclusivas (MOREIRA, 1999, p. 153).

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-litera) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo (AUSUBEL, 1978, p.41).

Ausubel define o ensino mecanizado (ou automático) como sendo a aprendizagem de novas teorias com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesta perspectiva, o novo conhecimento é armazenado arbitrariamente, ou seja, não há interação entre a nova informação e aquela já acondicionada. “O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos” (MOREIRA, 1999, p. 154).

Como consequência dessa não flexibilidade (o aprendizado não é substantivo), o indivíduo não é capaz de expressar o novo conteúdo com linguagem diferente daquela com que este material foi primeiramente aprendido. De fato, ele não aprendeu o significado, o sentido do novo material, mas tão-somente decorou a sequência de palavras que o definia. Por conta disso, ele será incapaz de utilizar este conhecimento em contexto diferente daquele no qual fora primeiramente apresentado a estes conceitos/ ideias (PRÄSS ,2012, p. 29.)

A teoria proposta por Ausubel pode ser definida especificamente como “aprendizagem verbal significativa receptiva” (MOREIRA, 1999, p. 163). O autor considera a linguagem como um importante facilitador da aprendizagem cognitiva, pois, classifica os significados, tornando-os mais precisos e transferíveis que emergem quando é estabelecida uma relação entre a entidade e o signo verbal que representa. O dialeto, tem então, um papel integral e operacional na teoria e não meramente comunicativo (MOREIRA, 1999, p. 163).

Ausubel argumenta que a aprendizagem significativa receptiva é o mecanismo humano para adquirir e armazenar uma vasta quantidade de ideias e informações de qualquer campo de conhecimento. Nesta perspectiva, o ensino é estruturado nas salas de aula condizentemente com essa teoria, pois, “o ser que aprende não precisa descobrir princípios, conceitos e proposições, a fim de aprendê-los e usá-los significativamente” (MOREIRA, p. 163).

4 METODOLOGIA

A abordagem metodológica implementada, é a pesquisa qualitativa do tipo exploratória embasada fundamentalmente pela revisão bibliográfica, com o intuito de contemplar as dificuldades geradas no processo de ensino-aprendizagem da periodicidade dos elementos. Esta averiguação tem por objetivo, proporcionar maior contato com o problema, torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Geralmente, a investigação exploratória envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que “estimulem a compreensão” (GIL, 2002, p.41).

A pesquisa bibliográfica, se desenvolve ao longo de uma série de etapas. Seu encadeamento, depende de diversos fatores, tais como, a natureza do problema, o nível de conhecimentos que o investigador dispõe sobre o assunto, o grau de precisão que se pretende conferir ao trabalho (GIL, 2002, p. 59). Abrange toda bibliografia pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos e tem por finalidade proporcionar ao explorador um contato direto sobre um determinado assunto (LAKATOS; MARCONI, 2001, p. 183).

Segundo Gil (1999), a utilização da pesquisa qualitativa, propicia o aperfeiçoamento da investigação do fenômeno e suas relações, mediante ao contato direto com a situação estudada. Com essa variedade de informações, o investigador poderá cruzar informações, confirmar ou rejeitar hipóteses, constatar novos dados, descartar suposições ou buscar hipóteses alternativas (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.19).

De acordo com Bogdan e Biklen (1994) a metodologia de pesquisa qualitativa envolve cinco características: Ambiente natural, dados descritivos, preocupação com o processo, preocupação com o significado e processo de análise indutivo (BOGDAN; BINKLEN, 1994, p.48).

A investigação qualitativa é descritiva, considerando que, as informações obtidas contêm transcrições de entrevistas, notas de campo e outros documentos, numa tentativa de analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, a forma em que esses foram registrados ou transcritos. A preocupação com o processo é maior do que com o produto, pois, o interesse do pesquisador ao se aprofundar em uma

determinada situação ou problema é verificar como se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações do cotidiano (BOGDAN; BINKLEN, 1994, p.48).

Segundo Bogdan e Biklen (1994), nesta metodologia de pesquisa, a análise dos dados tende a ocorrer de forma indutiva, considerando que, o investigador escolhe quais questões são mais importantes e não há como presumir a importância das indagações antes de efetuar a exploração. Ao aprender as perspectivas dos participantes, a averiguação qualitativa conduz a dinâmica interna das situações, que é frequentemente invisível ao observador externo (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50).

Os estudos exploratórios possibilitam ao investigador aumentar o conhecimento sobre os fatos, permitindo a formulação com maior precisão problemas, criação de pressupostos e realização de análises mais estruturadas. Nesta perspectiva, o planejamento da pesquisa necessita ser flexível para permitir o exame dos vários aspectos relacionados com o fenômeno (SELLTIZ et al., 1967, p.63).

A presente pesquisa é classificada como qualitativa do tipo exploratória embasada na revisão bibliográfica, pois, está de acordo com as características descritas acima, isto é, examinou-se na literatura a evolução dos materiais didáticos disponibilizados para o Ensino Secundário, os PCNEM (2000) que fundamentam essa modalidade de ensino e as dificuldades resultantes do processo de ensino-aprendizagem da periodicidade dos elementos, com o intuito de alicerçar a análise das propriedades periódicas nas obras aprovadas para a disciplina de química no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (2015), explanadas na tabela 01.

Tabela 1- Obras aprovadas no PNLD 2015

Título	Autor	Análise	Edição
Química, volume 1.	Martha Reis Marques da Fonseca.	“Tabela Periódica”, capítulo 13, página 198 a 221.	Editora Ática, 2013.
Química Cidadã, volume 1.	Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól e projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS).	“Classificação Periódica”, capítulo 6, página 184 a 211.	Editora AJS, 2013.
Química, volume 1.	Eduardo Fleury Mortimer, Andréa Horta Machado.	“Modelos para o átomo e uma introdução à tabela periódica”, capítulo 6, página 150 a 217.	Editora Scipione, 2013.

Título	Autor	Análise	Edição
Ser Protagonista Química, volume 1.	Julio Cezar Foschini Lisboa	“Organização dos elementos” e “propriedades dos grupos da tabela periódica”, capítulos 7 a 8, página 108 a 134.	Edições SM, 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor

A investigação nos livros didáticos fundamenta-se no método desfrutado para a construção dos conceitos sobre o fenômeno da periodicidade elementar, confrontando com o que é proposto nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002), para o ensino desta, isto é, se conduz à aprendizagem significativa.

Uma possibilidade de abordagem é apresentar os conceitos científicos de maneira similar à forma que eles foram historicamente construídos. Piaget e Garcia (2011), afirmam que o modo como os conceitos são construídos nos indivíduos guardam semelhanças com a forma como os mesmos foram construídos historicamente. Com base nesse referencial presume-se que ao explicar os conceitos científicos de maneira similar à forma de seu desenvolvimento histórico, as dificuldades dos educandos tendem a ser atenuadas. Nesta perspectiva, cada obra foi analisada qualitativamente, de acordo com critérios fundamentados na história da ciência e ensino da periodicidade dos elementos, contemplando os parâmetros explanados na tabela 02 (LEITE; PORTO, 2015, p. 581).

Tabela 2- Critérios de análise dos livros didáticos.

Critério de análise	Descrição	Justificativa
Posição das discussão sobre as propriedades periódicas nos livros didáticos.	Identificar se os conteúdos são abordados no início, meio ou no final do livro.	O local indica se a periodicidade dos elementos é um ponto de partida (início) ou chegada (final) no processo de ensino aprendizagem de Química. De outro modo, se os conceitos são construídos e depois utilizados como na concepção original de Mendeleev posicionando no meio do livro didático.
Se contém um capítulo específico para o tema e o título atribuído nesta divisão.	Verificar se as propriedades periódicas são discutidas em um capítulo específicos ou são misturadas com outros conceitos e o que é enfatizado no título do capítulo.	Se contém um capítulo específico, sugere maior relevância atribuída aos conceitos, entretanto, deve-se analisar o título conferido, isto é, enfatiza-se as propriedades periódicas dos elementos ou os arranjos dos átomos na tabela.

Critério de análise	Descrição	Justificativa
Se contemplam os problemas nos primeiros modelos de classificação periódicas.	Ao analisar se as obras abordam os problemas das tabelas periódicas originais verificaremos se utilizam o método anacrônico ou diacrônico e se as imprecisões da época influenciam em sua credibilidade.	Ao explicar os problemas das representações periódicas originais os autores devem adotar uma abordagem diacrônica evitando o anacronismo, isto é, analisar ideias do passado embasados em critérios fundamentados no presente.
História da classificação periódica dos elementos.	Inquerir se há explanação histórica sobre os principais autores que desenvolveram os sistemas de classificação, por meio da periodicidade dos elementos. Verificar se as obras demonstram a apresentação do processo, o método empregado, se ocorreu aprimoramento da tabela e qual o objetivo de sua construção.	A história da Química, proporciona indícios referente as concepções do processo de construção do conhecimento científico: Se é um processo linear ou complexo, se surge da genialidade de um cientista independente do contexto da época e ocorre sua transformação ao longo do tempo.
Ênfase dada as propriedades periódicas.	Examinar se os livros didáticos salientam que a periodicidade é uma característica intrínseca aos elementos e independe do sistema de classificação utilizado.	Em diversas ocasiões, os sistemas de classificação dos elementos são apresentados antes das propriedades periódicas, subtendendo-se que esse fenômeno é decorrente da tabela e não uma característica atômica.
Enunciar a Lei Periódica.	Verificar se utilizam a expressão “Lei Periódica” em seu formato original, demonstrando a relação entre as massas atômicas e as propriedades elementares ou se abordam apenas, concepções modernas na qual a conexão é estabelecida entre os números atômicos e a periodicidade.	A utilização ou não da expressão “Lei Periódica” indica concepções referentes a natureza das leis em Química, que podem ter ou não o mesmo estatuto epistemológico das empregadas em física, além de enfatizar a abordagem histórica.
Se salientam a existência de diversos sistemas de classificação periódica.	Analisar se os livros didáticos salientam a existências de outras formas de representação que diferem do modelo convencional, isto é, a organização sistemática em função do número atômico.	Embasados na premissa que a ciência é um processo de construção humana mutável e ocorre de maneira complexa, isto é, não linear e nem acumulativa, fundamentar o ensino das propriedades periódicas em apenas uma forma de representação sistemática das características elementares, remete a esse conhecimento a falsa impressão de imutabilidade ou seja, associar a tabela como algo fixo, constante e inalterável

Fonte: Leite; Porto, 2015 p. 583.

Com base nos critérios apresentados foi feita a análise dos livros aprovados pela PNLD (2015) com intuito de notar se a abordagem dos autores privilegia apenas a memorização ou também pode auxiliar na compreensão dos conceitos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise das propriedades periódicas nos livros didáticos aprovados no PNLD 2015

Em cada uma das obras aprovadas no PNLD (2015), para a disciplina de química, examinou-se qualitativamente as dissertações sobre as propriedades periódicas, por meio de critérios fundamentados na história da ciência (LEITE; PORTO, 2015, p. 581). Além disso, analisou-se a ênfase atribuída aos sistemas de organização elementar, o método de abordagem histórica da química para o desenvolvimento da tabela periódica, se contemplam a enunciação da lei periódica em sua postulação original e se alicerçam o fenômeno da periodicidade na orientação das setas no formato de representação elementar convencional.

5.1.1 Análise do Livro “Química 1”.

Na obra Química de autoria de Martha Reis Marques da Fonseca, a abordagem metodológica supera as visões do ensino tradicionalista, que tinha por alicerce a memorização de regras, nomenclaturas e resoluções de exercícios com enfoque no vestibular. Denota-se a explanação de questões tecnológicas e sociais, proporcionando aos discentes condições de argumentar sobre ciência, tecnologia e sociedade, por meio da contextualização dos conceitos químicos (BRASIL, 2015, p. 33).

No livro de Fonseca (2013), as propriedades periódicas foram enquadradas na unidade 3, intitulada de “poluição eletromagnética” que contempla os seguintes capítulos: Eletricidade e radioatividade; evolução dos modelos atômicos; modelo básico do átomo; tabela periódica.

Esmiuçando a posição das propriedades elementares na obra, observamos que a periodicidade é o último tópico da unidade 3, e está inserida no capítulo intitulado de “Tabela Periódica” (FONSECA, 2013, p. 198), no qual abrange os seguintes itens: Descoberta da lei periódica; classificação dos elementos; propriedades periódicas. O que sugere indiretamente, maior relevância atribuída aos

sistemas de organização em detrimento das características intrínsecas aos elementos.

3		Poluição eletromagnética	
CAPÍTULO 10		CAPÍTULO 12	
Eletricidade e radioatividade		Modelo básico do átomo	
1	Eletricidade..... 153	1	Número atômico..... 182
	• <i>Experimento: Eletrólitos e não eletrólitos</i> 157	2	Isótopos e nêutrons..... 183
2	Radioatividade 160	3	Estrutura atômica básica 184
	• <i>Exercícios de revisão</i> 164	4	A eletrosfera 188
CAPÍTULO 11		5	Distribuição eletrônica 191
Evolução dos modelos atômicos			• <i>Exercícios de revisão</i> 196
1	Modelo atômico de Thomson..... 166	CAPÍTULO 13	
2	Modelo atômico de Rutherford.....167	Tabela periódica	
3	Investigação da natureza da luz 170	1	Descoberta da lei periódica.....200
4	Espectros dos elementos.....174	2	Classificação dos elementos..... 205
5	O modelo atômico de Bohr176	3	Propriedades periódicas 210
	• <i>Exercícios de revisão</i> 180		• <i>Exercícios de revisão</i> 217
			• <i>Compreendendo o mundo</i> 219

Figura 2- Local de inserção das propriedades periódicas na obra
Fonte: Fonseca, 2013, p. 7

Subsequente ao sumário, têm-se a “tabela periódica dos elementos” (FONSECA, 2013, p.7), no qual implicitamente entende-se como ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem em Química. Indiretamente, este posicionamento induz ao ensino tradicional, pois, alicerça-se em explicar os sistemas de representação repentinamente e no início do ano letivo, os discentes não têm o embasamento fundamental sobre os fenômenos da periodicidade dos elementos, tendo como consequência, a memorização da nomenclatura dos átomos e suas propriedades. Nesta perspectiva, se contrapõe do que é proposto originalmente por Mendeleev, que recomendava posicionar no meio da obra, como resultante das discussões sobre as propriedades dos elementos conhecidos até o momento e usufruía como guia das constatações sobre o tema nos capítulos posteriores (LEITE; PORTO, 2015, p. 583).



Figura 3- Tabela Periódica dos elementos
Fonte: Fonseca, 2013, p. 9

Explorando o capítulo 13, “Tabela Periódica” (FONSECA, 2013, p.198), notamos que o tema é apresentado por meio da construção conceitual sobre evento periódico, isto é, quando “se repete regularmente em função de um determinado parâmetro” (FONSECA, 2013, p.199). Neste sentido, a tabela é denominada periódica porque as propriedades dos elementos se repetem em intervalos regulares em relação à determinado parâmetro. Percebe-se a ênfase dada aos sistemas de organização atômica, pois, aborda-se a periodicidade referindo-se a forma de representação, omitindo os critérios de recorrência deste padrão, suas peculiaridades e que esse fenômeno é inerente aos compostos (FONSECA, 2013, p. 199).

Subentende-se que autora se refere a periodicidade de forma simplória, pois, explana-se que os cientistas demoraram anos para compreender esse fenômeno, e os discentes necessitam apenas, de minutos. Nesta perspectiva, implicitamente incentiva a compreensão somente das peculiaridades que moldam o sistema de representação elementar em formato de tabela. Além disso, usufrui do termo “periodicidade” (FONSECA, 2013, p. 199) que não é a expressão correta para referir-se as características intrínsecas aos elementos e não consta nos dicionários da Língua Portuguesa (FONSECA, 2013, p. 199).

A tabela que traz a relação de todos os elementos químicos conhecidos é denominada periódica porque as propriedades dos elementos se repetem em intervalos regulares em relação a um determinado parâmetro. Os cientistas levaram muitos anos para descobrir essa periodicidade, mas você só vai levar alguns minutos (FONSECA, 2013, p. 199).

Posteriormente, aborda-se a “descoberta da lei periódica” (FONSECA, 2013, p. 200), no qual explana-se que os conhecimentos acumulados durante o século XVIII, referente ao comportamento dos átomos que conduziu os cientistas a constatar semelhanças nas propriedades de determinados grupos de elementos, resultando na elaboração das classificações sistemáticas e ilustra “um resumo histórico dessas tentativas” (FONSECA, 2013, p. 200).

Ano e cientista	Proposta de classificação
1829: químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)	Agrupou os elementos com propriedades químicas semelhantes de três em três, chamando-os de tríades ou grupos naturais.
1862: químico e geólogo francês Alexandre Béguyer de Chancourtois (1820-1886)	Propôs o parafuso telúrico, distribuindo os elementos na forma de uma espiral de 45° que se desenvolvia na superfície de um cilindro. Em cada volta da espiral colocou 16 elementos em ordem crescente de massa atômica, de modo a posicionar os elementos com propriedades semelhantes.
1864: químico inglês John Alexander Reina Newlands (1837-1898)	Propôs a lei das oitavas relacionando a periodicidade dos elementos às notas musicais. Ao colocar os elementos em ordem crescente de suas massas atômicas em colunas verticais de 7 elementos, notou que suas propriedades se repetiam periodicamente (com exceção do hidrogênio). Essa lei só funcionava até o cálcio.
1866: químico alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895)	Publicou uma tabela na qual os elementos apareciam distribuídos em grupos, de acordo com suas valências. Vendo que a diferença entre as massas atômicas de elementos consecutivos do mesmo grupo era constante, ele concluiu que havia relação entre a massa atômica de certos grupos de elementos e suas propriedades.
1869: químico russo Dmitri Ivanovitch Mendeleev (1834-1907)	Foi o único que procurou relacionar todos os elementos em uma única classificação e formulou a chamada lei periódica: as propriedades dos elementos, assim como as fórmulas e propriedades das substâncias simples e compostas que eles formam, são funções periódicas das massas atômicas dos elementos.
1913: físico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915)	Provou que as propriedades dos elementos variavam periodicamente em função do número de prótons e formulou a lei periódica atual: muitas propriedades químicas e físicas dos elementos e das substâncias simples que eles formam variam periodicamente em função de seus números atômicos.

Figura 4- Resumo histórico da classificação dos elementos

Fonte: Fonseca, 2013, p. 200

A sinopse fornecida pela autora, não contempla aspectos fundamentais para o desenvolvimento de uma pesquisa científica, tais como, a delimitação de uma situação-problema, o método utilizado pelos cientistas para o desenvolvimento da organização periódica dos elementos, o aprimoramento destes modelos e os objetivos da sua construção (LEITE; PORTO, 2015 p. 583). Nesta perspectiva, a abordagem histórica não abrange significativamente a construção do conhecimento científico, isto é, segmento humano, mutável, complexo e não acumulativo. A ausência do contexto histórico expressa um panorama precário do mundo, pois, transpassa que “a ciência é hermética e não sofre influência dos aspectos socioculturais da época” (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p.38).

Na síntese, omite-se que a periodicidade é um fenômeno no qual as propriedades elementares se repetem em intervalos regulares em relação à um

determinado parâmetro e sucede-se independentemente do modelo de tabela utilizado que serve apenas, como uma forma de agrupar um conjunto de dados. Além disso, induz que o formato convencional proposto por Henry Gwyn Jeffreys Moseley, isto é, a organização em ordem crescente de número atômico é inalterável, pois, não é explanado o carácter transitório deste modelo (LEITE; PORTO, 2015 p. 583).

Subsequente aborda-se “a estrutura da tabela periódica atual” (FONSECA, 2013, p. 201), na qual é enfatizado que o sistema de organização dos elementos é em ordem crescente de número atômico (Z), de modo a formar (FONSECA, 2013, p. 201):

Sete períodos ou sete linhas horizontais: geralmente os elementos que ocupam um mesmo período possuem o valor de várias propriedades químicas e físicas variando de um mínimo a um máximo ou vice-versa.
Dezoito famílias (grupos) ou dezoito colunas verticais: os elementos que ocupam uma mesma coluna normalmente possuem propriedades químicas semelhantes e propriedades físicas que variam gradualmente (pois as propriedades físicas dependem da massa e do tamanho dos átomos) (FONSECA, 2013, p. 201).

Para Fonseca (2013), “as propriedades químicas dos elementos podem ser previstas com base na distribuição eletrônica do átomo no estado fundamental” (FONSECA, 2013, p. 201), isto é, o diagrama de energia fornece informações sobre as propriedades dos elementos e a posição em que ocupam na tabela periódica. “O número de elétrons existentes no nível mais energético do átomo no estado fundamental indica a coluna vertical ou família do elemento” (FONSECA, 2013, p. 202).

Elemento	Distribuição eletrônica no estado fundamental em ordem geométrica	Níveis de energia ocupados por elétrons	Período que ocupa na tabela periódica
Carbono	${}^{12}_6\text{C}: 1s^2/2s^2 2p^2$	2 níveis de energia	2º período
Magnésio	${}^{24}_2\text{Mg}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2$	3 níveis de energia	3º período
Titânio	${}^{48}_2\text{Ti}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^2/4s^2$	4 níveis de energia	4º período
Tungstênio	${}^{184}_{74}\text{W}: 1s^2/2s^2 2p^6/3s^2 3p^6 3d^{10}/4s^2 4p^6 4d^{10}$ $4f^{14}/5s^2 5p^6 5d^4/6s^2$	6 níveis de energia	6º período

Figura 5- Tabela periódica e diagrama de energia
Fonte: Fonseca, 2013, p. 202

Segundo esse critério, a autora explana que os elementos podem ser classificados como representativos, de transição externa ou de transição interna. Os representativos têm o elétron mais energético em um subnível s ou p (FONSECA,

2013, p. 202). “Segundo a nova recomendação da Iupac, os elementos representativos ocupam os grupos ou as famílias 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18” (FONSECA, 2013, p. 202), resultando na seguinte classificação:

Grupo	Elementos	Família	Configuração terminando em
1	Li, Na, K, Rb, Cs e Fr	Metais alcalinos	ns^1 (com $n \neq 1$)*
2	Be, Mg, Ca, Sr, Ba e Ra	Metais alcalinoterrosos	ns^2 (com $n \neq 1$)
13	B, Al, Ga, In e Tl	Família do boro	$ns^2 np^1$
14	C, Si, Ge, Sn e Pb	Família do carbono	$ns^2 np^2$
15	N, P, As, Sb e Bi	Família do nitrogênio	$ns^2 np^3$
16	O, S, Se, Te e Po	Calcogênios	$ns^2 np^4$
17	F, Cl, Br, I, At	Halogênios	$ns^2 np^5$
18	He, Ne, Ar, Kr, Xe e Rn	Gases nobres	$1s^2$ ou $ns^2 np^6$ (se $n > 1$)

Figura 6- Elementos representativos
Fonte: Fonseca, 2013, p. 202

Os elementos de transição externa, dispõe o elétron mais energético do átomo no estado fundamental em um subnível “d” incompleto e contém configuração eletrônica $ns_2 (n - 1)d^1$ até 8 . Já os de transição interna, apresentam o elétron mais energético no estado fundamental em subnível “f” incompleto e engloba a configuração eletrônica $ns_2 (n - 2)f^1$ até 13 . Subsequentemente, explana-se questionamentos fundamentados na aplicação conceitual do diagrama de energia e explana-se modelo longo tabela periódica (FONSECA, 2013, p. 203).

Repentinamente, apresenta-se o formato longo da tabela periódica, posteriormente à abordagem conceitual sobre a distribuição eletrônica. Apesar do sistema de organização conter apenas, o número atômico dos elementos, não é estabelecido conexões entre a forma de representação das substâncias e os conteúdos, isto é, inseriu-se a figura, desvinculada do contexto. Poderia usufruir-se da história da ciência para fomentar essas relações, referenciando este modelo de ordenação atômica como derivado das investigações de Henry Gwyn Jeffreys Moseley, que culminaram nas constatações sobre as cargas positivas denominadas prótons que são referenciadas como número atômico.

Forma longa da tabela periódica

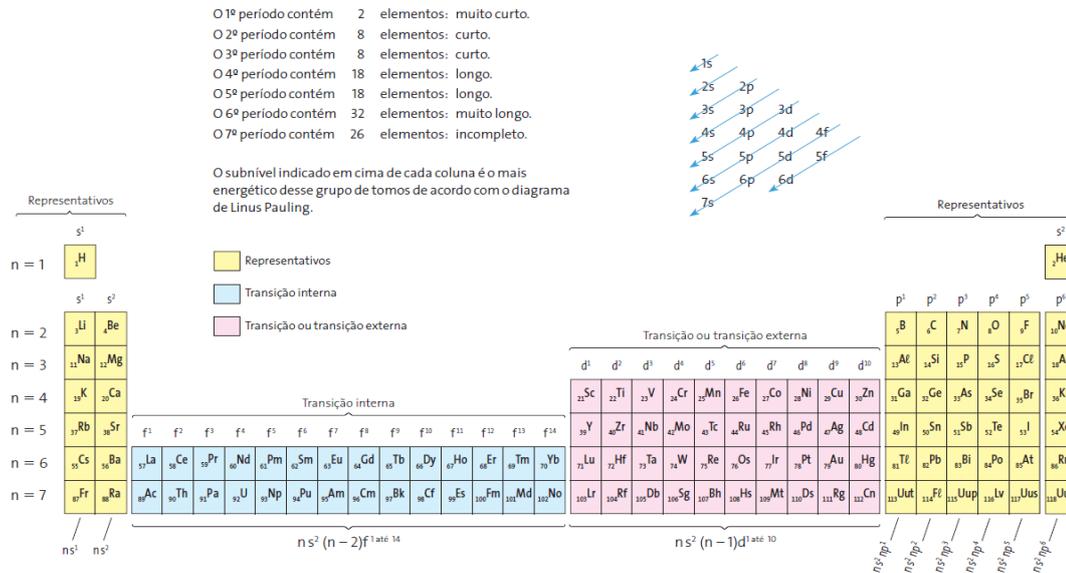


Figura 7- Forma longa da tabela periódica

Fonte: Fonseca, 2013, p. 204

Na sequência, aborda a “classificação dos elementos” (FONSECA, 2013, p. 205), no qual estabelece-se que o conhecimento sobre a periodicidade dos elementos permite arranja-los em cinco grupos diferentes, isto é, metal, ametal, semimetais, gases nobres e hidrogênio, entretanto, não é explanado as características e peculiaridades desses grupos, apenas, define-se conceitualmente o método de organização das substâncias, com o intuito de fomentar a compreensão desta categorização na tabela periódica, pois, de acordo com a autora, “dos 114 elementos químicos que constam na tabela atualmente, 92 são metais, sendo 24 representativos, 38 de transição e 30 de transição interna, de acordo com o diagrama de energia” (FONSECA, 2013, p. 205).

No prosseguimento, explana-se “propriedades periódicas” (FONSECA, 2013, p. 210), no qual principia-se o tema: “A seguir, veremos algumas propriedades importantes dos elementos químicos e como essas propriedades variam periodicamente em função de seus números atômicos” (FONSECA, 2013, p. 210). Novamente, denota-se a importância conferida aos sistemas de organização atômicos, pois, não é explanado o que é a periodicidade dos elementos e a associação com o número de prótons remete indiretamente ao arranjo da tabela periódica convencional proposta originalmente por Moseley.

Em seguida, é abordado “raio atômico” (FONSECA, 2013, p. 210), no qual a autora denota que os valores dos raios atômicos são tabelados e o “importante é

percebermos como varia o raio atômico em uma família e em um período da tabela periódica, pois o comportamento dos elementos e muitas de suas propriedades podem ser explicados com base nessa informação” (FONSECA, 2013, p. 210). Nesta perspectiva, enfatiza-se prioritariamente a visualização desta característica nos sistemas de organização, considerando que, na sequência discorre a “variação do raio atômico em uma família” (FONSECA, 2013, p. 211), e a “variação do raio atômico em um período” (FONSECA, 2013, p. 212), tendo como consequência, a impressão de que os elementos apresentam tais características pelo seu posicionamento no sistema de organização e não o inverso.

Em uma família da tabela periódica, o raio atômico aumenta de cima para baixo, conforme aumenta o número atômico e, portanto, o número de níveis de energia do átomo no estado fundamental. [...] em um período, o raio atômico aumenta da direita para a esquerda conforme diminui o número atômico e, com isso, diminui a atração do núcleo pelos elétrons do último nível de energia (FONSECA, 2013, p.212).

Aborda-se sequencialmente, a propriedade energia de ionização, na qual considera-se a “energia ou potencial de ionização é a energia necessária para retirar um elétron de um átomo (ou íon) isolado, portanto, no estado gasoso” (FONSECA, 2013, p. 213). Nesta perspectiva, a autora denota que “mesmo sem conhecer todos os valores de energia de ionização dos átomos de cada elemento químico, podemos prever como essa propriedade varia em uma família ou em um período da tabela” (FONSECA, 2013, p. 214).

Nota-se no decorrer das explanações sobre a periodicidade dos elementos, que a autora alicerça esse fenômeno, apenas, na disposição visual da tabela periódica convencional, tendo como resultante, a indução implícita de que esse fenômeno é uma consequência do sistema de organização atômico, considerando que, enfatiza-se por meio de quadros coloridos “para elementos que ocupem uma mesma família ou período da tabela, quanto menor o raio atômico, maior a energia de ionização e vice-versa” (FONSECA, 2013, p. 214).

5.1.2 Análise do Livro “Química cidadã”.

A obra Química Cidadã dos autores Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól e pesquisadores do Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS), têm como meta o desenvolvimento e exercício da cidadania dos discentes,

considerados como sujeitos ativos na construção do conhecimento significativo (BRASIL, 2015, p. 48).

Participar da sociedade é ter o direito a ingressar em um mercado de trabalho que garanta os recursos materiais mínimos para uma vida digna. Para isso, são exigidos conhecimentos e habilidades que permitam uma atuação produtiva. Sem dúvida, o domínio dos princípios da matéria nos capacita para o exercício profissional com maior qualificação e potencial para auferir melhores salários. E esse domínio também nos qualificará para o progresso em estudos superiores (SANTOS; MÓL, 2013, p.4).

A explanação dos capítulos é iniciada com “tema em foco” constituído de um texto com situações e questões geradoras referentes aos problemas ambientais, com o intuito de conduzir os discentes a reflexão, pesquisa por soluções e tomada de decisões, por meio dos conhecimentos científicos. A abordagem dos conceitos químicos pauta-se na contextualização e interdisciplinaridade, enfatizando explicitamente as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Além disso, denota-se a perspectiva sócio-histórica, no qual apresenta um panorama da ciência como processo de construção humana, marcada pelo seu carácter provisório (BRASIL, 2015, p. 48).

Nota-se ao explicar a obra a propinquidade com o que é proposto nos PCNEM e enfatizado no PNLN, isto é, supera-se o método tradicional de ensino, por meio de metodologia alternativa que visam fomentar a construção do conhecimento científico essencial para a resolução de problemas, desenvolvimento de senso crítico e a produção e validação de modelos científicos embasados na história da ciência.

Entendemos que aprender Química não é simplesmente memorizar fórmulas, decorar conceitos e resolver exercícios. Aprender Química é entender como essa atividade humana tem se desenvolvido ao longo dos anos, como os seus conceitos explicam os fenômenos que nos rodeiam e como podemos fazer uso de seu conhecimento na busca de alternativas para melhorar a condição de vida do planeta (SANTOS; MÓL, 2013, p.4).

Na obra de Santos, Mól e colaboradores (2013) as propriedades periódicas foram inseridas na unidade 3, que contempla “agricultura” como o tema gerador das discussões ao decorrer da seção. Esta subdivisão abrange os seguintes capítulos: Classificação periódica, ligações químicas e substâncias inorgânicas.

Detalhando a posição das propriedades elementares na obra, observamos que a periodicidade é discutida no último tópico do primeiro capítulo desta seção, intitulado de “Classificação Periódica” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), que abrange os

seguintes itens: Elementos químicos: Síntese, descoberta e simbologia; breve histórico da classificação dos elementos; classificação moderna dos elementos químicos; a lei periódica; propriedades periódicas.

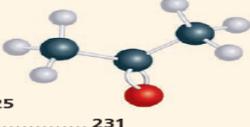
UNIDADE 3 Agricultura	182
CAPÍTULO 6	
CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA	184
1. Elementos químicos: síntese, descoberta e simbologia	192
2. Breve histórico da classificação dos elementos	198
3. Classificação moderna dos elementos químicos.....	202
4. A Lei Periódica	208
5. Propriedades periódicas	211
Tema em foco	
• Química e agricultura	184
CAPÍTULO 7	
LIGAÇÕES QUÍMICAS	218
1. Ligação iônica	225
2. Regra do octeto	231
3. Representação das substâncias iônicas	233
4. Ligação covalente	237
5. Tipos de ligação covalente	238
6. Fórmula estrutural	240
7. Constituintes moleculares e amoleculares	241
8. Representação geométrica das moléculas	247
9. Polaridade das moléculas	250
10. Ligação metálica	253
	
CAPÍTULO 8	
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS	258
1. Interações entre constituintes	258
2. Forças intermoleculares	266
3. Substâncias inorgânicas	272
4. Ácidos e bases	272
5. Teorias de ácidos e bases	283
6. Nomenclatura de ácidos e bases	286
7. A neutralização de ácidos e bases – sais	290
8. Óxidos	308
Tema em foco	
• Agricultura sustentável: opção inteligente	302
Gabarito	315
É bom ler	316
Bibliografia	317
Tabela periódica dos elementos	319
Segurança no laboratório	320
	

Figura 8- Posição das propriedades elementares na obra
Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 7

Nota-se que a obra possui um capítulo específico para a periodicidade, que sugere maior relevância atribuída aos conceitos. Entretanto, ao denominar esta seção de “classificação periódica” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), remete implicitamente aos sistemas de organização em formato de tabela, considerando que, enfatiza-se o método de arranjar os elementos não as propriedades periódicas. Sendo assim, ao utilizar este título os autores implicitamente salientam a existência de alternados modelos de representação que pode enquadrar-se dentro desta temática, além de induzir a premissa na qual a ciência é um processo de construção humana mutável, que ocorre de maneira complexa, pois, se tivessem embasados apenas, no molde convencional proposto por Moseley, remeteria a falsa impressão de imutabilidade, isto é, conhecimento fixo, constante e inalterável.

Explorando o capítulo 6 “classificação periódica” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), notamos que os autores iniciam a seção com dois questionamentos: “Como são dispostos os elementos químicos na tabela periódica? Como o estudo dos elementos químicos tem contribuído para o aumento da produção agrícola?” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), denota-se na primeira indagação, à ênfase dada a organização dos

sistemas periódicos, considerando que, implicitamente remete a necessidade de entender como os elementos estão arranjados na tabela convencional, sem compreender os fenômenos relacionados a periodicidade.

Posteriormente, aborda-se o “tema em foco” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), por meio do texto intitulado “química e agricultura” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 182), no qual os autores explanam sobre o crescimento populacional e produção de alimentos ao longo das gerações. Nota-se no texto a interdisciplinaridade, considerando que, explana-se aspectos históricos e geográficos da evolução das técnicas agrícolas, como pode ser evidenciado no trecho a seguir.

Se não tivéssemos desenvolvido a agricultura, hoje não existiriam as sociedades. O estabelecimento das civilizações só foi possível a partir do momento em que grupos de pessoas se fixaram em determinados locais e começaram a se organizar. Uma das primeiras grandes civilizações se estabeleceu ao lado do rio Nilo, no solo fertilizado pela água rica em nutrientes que invadia as margens durante os meses de chuva (SANTOS; MÓL, 2013, p. 185).

O segundo texto, intitulado de “os elementos químicos e os vegetais” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 185), apresenta uma temática que pode ser enquadrada no contexto científico, tecnológico e ambiental, considerando que, apropria-se do conhecimento teórico para explanar a importância da química no desenvolvimento de tecnologias que fomentem a expansão do agronegócio (MORAWSKI, 2015, p.33). Além disso, a narrativa aborda os tipos de solo, a reposição dos nutrientes através do ciclo do nitrogênio, análises da composição dos solos, tipos de adubação, diferença entre macronutrientes e micronutrientes, entre outros aspectos, que corroboram a metodologia da interdisciplinaridade e contextualização.

Uma lavoura é como um laboratório de Química em franca produção. Afinal, os vegetais são constituídos de substâncias formadas por átomos de vários elementos químicos retirados do solo. Os átomos desses elementos são indispensáveis para o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Por essa razão, é fundamental conhecer a função e a disponibilidade desses elementos químicos em relação aos vegetais a fim de ter condições de interferir de maneira positiva no desenvolvimento de novas tecnologias que venham aumentar a produtividade e melhorar a qualidade da lavoura (SANTOS; MÓL, 2013, p. 185).

Na sequência, explana-se o tema intitulado de “elementos químicos: síntese, descoberta e simbologia” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 192), que retoma a discussão sobre macronutriente e micronutriente como intuito de favorecer a construção

conceitual sobre átomos. Nessa linha de raciocínio, aborda-se subtópicos sobre: Big bang: Uma teoria sobre a origem do universo; átomos de elementos químicos naturais: o “alfabeto” da matéria; átomos de elementos sintetizados artificialmente; nomes e símbolos dos elementos químicos. Nesta narrativa, nota-se ênfase dada a contextualização dos conhecimentos químicos, a partir de uma perspectiva da ciência, tecnologia e sociedade, pois, no decorrer da dissertação, adentra-se em acelerador de partículas, bombas atômicas, projeto Manhattan, medicina nuclear, pesquisas de novos elementos, dentre outros.

No subtópico intitulado de “nomes e símbolos dos elementos químicos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 196), contempla uma perspectiva sócio-histórica da evolução dos símbolos e nomenclatura atribuída aos elementos, no qual pode-se denotar a ciência como processo de construção humana determinada pelo seu carácter transitório, como por exemplo, ao citar que no século XVIII, havia relativo consenso sobre a nomenclatura das substâncias químicas, porém, essa denominação ocorria arbitrariamente, “isso fez com que os químicos se preocupassem em padronizar a nomenclatura química, propondo vários sistemas até que se chegasse ao atual” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 197), como demonstra a figura 09.

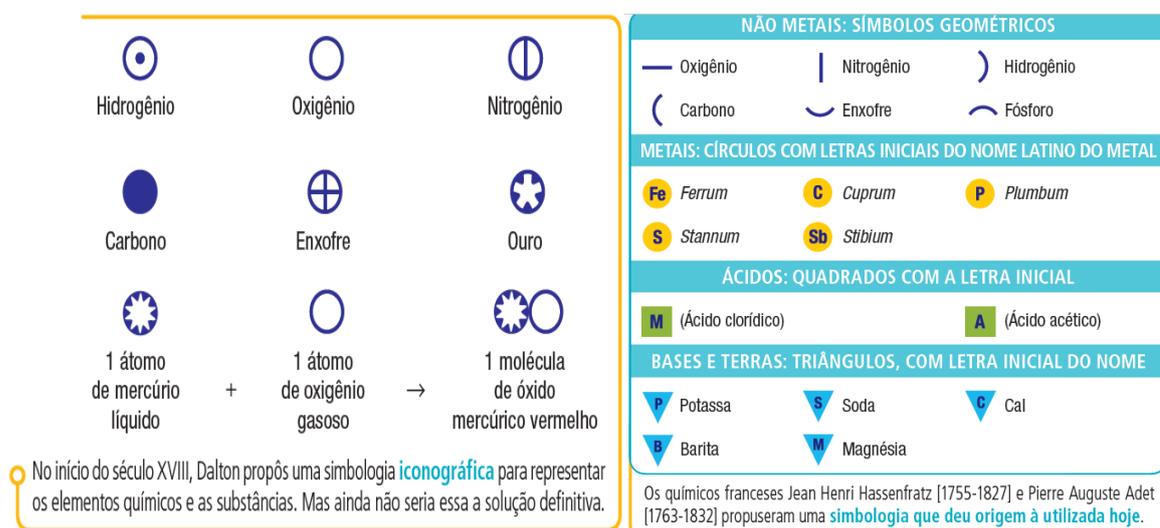


Figura 9- Simbologia representativa dos elementos químicos

Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 197

Posteriormente, explana-se em “breve histórico da classificação dos elementos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 198), a importância dos sistemas de classificação para compreensão das propriedades elementares, pois, “naquela época, os cientistas não tinham tantas informações sobre a estrutura da matéria como temos

atualmente. Porém, já conheciam as propriedades físicas e químicas de diversas substâncias” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 198). Enfatiza-se que uma das primeiras propostas de organização foi elaborada pelo químico Jöns Jacob Berzelius em 1808, por meio das propriedades físicas das substâncias, as quais arranhou em dois grupos: Metais e metaloides (SANTOS; MÓL, 2013, p. 199). E apresenta “algumas propostas de classificação dos elementos químicos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 199).

ALGUMAS PROPOSTAS DE CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS	
ANO	
1808	Jöns Jacob Berzelius, um importante químico, entre as suas inúmeras contribuições, apresentou uma das primeiras propostas de classificação dos elementos químicos.
1829	O químico alemão Johann Wolfgang Dobereiner [1780-1849] observou que substâncias simples de alguns grupos de três elementos apresentavam propriedades químicas semelhantes e que era possível estabelecer uma relação entre as massas dessas substâncias. A esses grupos de três elementos, ele deu o nome de tríade.
1862	O químico francês Alexander Émile Beguyer de Chancourtois [1820-1886] propôs uma classificação na forma de cilindro em que os elementos ficavam dispostos em uma linha, como a rosca de um parafuso, em ordem crescente de peso atômico. Nessa disposição, os átomos dos elementos constituintes de substâncias com propriedades químicas semelhantes encontravam-se verticalmente alinhados. Essa proposta não foi bem-aceita por parecer complicada e artificial.
1864	John Alexander Reina Newlands [1838-1898], químico inglês, observou que, ao agrupar os elementos em ordem crescente de peso atômico, suas substâncias simples, excetuando o hidrogênio, apresentavam comportamento semelhante de oito em oito. Essa repetição de propriedades ficou conhecida como “lei das oitavas”. Sua restrição era que só se aplicava até o cálcio. No entanto, foi base para os trabalhos que deram origem à classificação atual.
1865 a 1868	O médico inglês Willian Odling propôs uma classificação, estruturada em treze grupos, que englobava as tríades e considerava as substâncias formadas pelos átomos de cada elemento.

Figura 10- Algumas propostas de classificação dos elementos
Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 199

Na sinopse fornecida pelos autores, não é enfatizado o caráter transitório da ciência, isto é, segmento humano mutável, complexo e não acumulativo. Além disso, a ausência do contexto histórico transpassa implicitamente que a construção do conhecimento ocorre independente do contexto socioculturais da época (LEITE; PORTO, 2015, p. 583). Observa-se na tabela, modelos de classificação anterior as conclusões de Mendeleev, entretanto, não é explicitado aspectos fundamentais para o desenvolvimento de um trabalho científico, tais como a definição de uma situação-problema a ser investigada, o processo usufruído pelos pesquisadores, o método empregado, os aprimoramentos ao decorrer dos anos e o objetivo de sua construção. A superficialidade na abordagem histórica impede que os educandos vislumbrem aspectos fundamentais na consolidação dos modelos de organização sistemática, como por exemplo, a caracterização de novos elementos. “A compreensão dessa

complexidade ajudaria os estudantes a entenderem a ciência como um processo em permanente transformação, e não como um corpo de conhecimentos já terminado” (LEITE; PORTO, 2015, p. 585).

Subsequente aborda-se “a lei periódica de Mendeleev- Mayer” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 199), no qual explana-se que para compreender o estudo dos pesquisadores “é preciso conhecer bem o significado de uma palavra-chave: periodicidade. Periódico é aquilo que acontece em intervalos regulares. Um bom exemplo é o ciclo da Lua” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 199), denota-se a ênfase atribuída as propriedades periódicas, considerando que, expõe a construção conceitual sobre a lei periódica embasado primordialmente nas características elementares para assim, explorar os sistemas de organização.

Em seus estudos, Mendeleev analisou a composição das substâncias, ou seja, quantos átomos de cada elemento químico formavam seus constituintes. Comparou também esses dados com as propriedades químicas apresentadas por essas substâncias. A partir dos dados obtidos, Mendeleev buscou encontrar uma regularidade entre os diversos trabalhos já existentes sobre classificação dos elementos químicos e propôs uma nova forma de classificação, fundamentada nas propriedades das substâncias simples dos elementos químicos. Uma das primeiras conclusões desses estudos foi: se os elementos químicos estiverem ordenados de acordo com seus pesos atômicos, suas propriedades seguirão uma periodicidade [...] com base nessa descoberta, Mendeleev propôs uma lei que ficou conhecida como Lei Periódica dos Elementos Químicos, que afirma: “As propriedades das substâncias dos elementos se apresentam em função de seus pesos atômicos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 200).

Os autores denotam que o sucesso da tabela periódica remete ao fato de “ela reúne, ao mesmo tempo, simplicidade e riqueza de informações, facilitando muito o estudo da Química” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 200). A abordagem da “lei periódica” em sua formulação original, isto é, demonstrando a relação entre as massas atômicas e as propriedades elementares abrange a concepção referentes a natureza das leis em química, que podem ter ou não o mesmo estatuto epistemológico das empregadas em física, além de enfatizar o compromisso com a abordagem histórica da química (LEITE; PORTO, 2015 p. 583).

Santos, Mól e colaboradores (2013), atribuem a enunciação da lei periódica a Mendeleev-Meyer, considerando que, Julius Lothar Meyer desenvolveu estudos semelhantes aos de Mendeleev ao relacionar as massas das substâncias simples dos elementos químicos com as propriedades físicas, contemplado assim, a abordagem histórica da química na sua amplitude. Além disso, a obra contém as previsões de

Mendeleev, que ao organizar sua tabela observou espaços vazios e deduziu que deveriam pertencer aos elementos ainda não isolados e pôde até antecipar “as propriedades de três ainda não descobertos, aos quais deu os seguintes nomes: ecalumínio (gálio, descoberto em 1875), ecaboro (escândio, descoberto em 1879) e ecasilício (germânio, descoberto em 1886)” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 201).

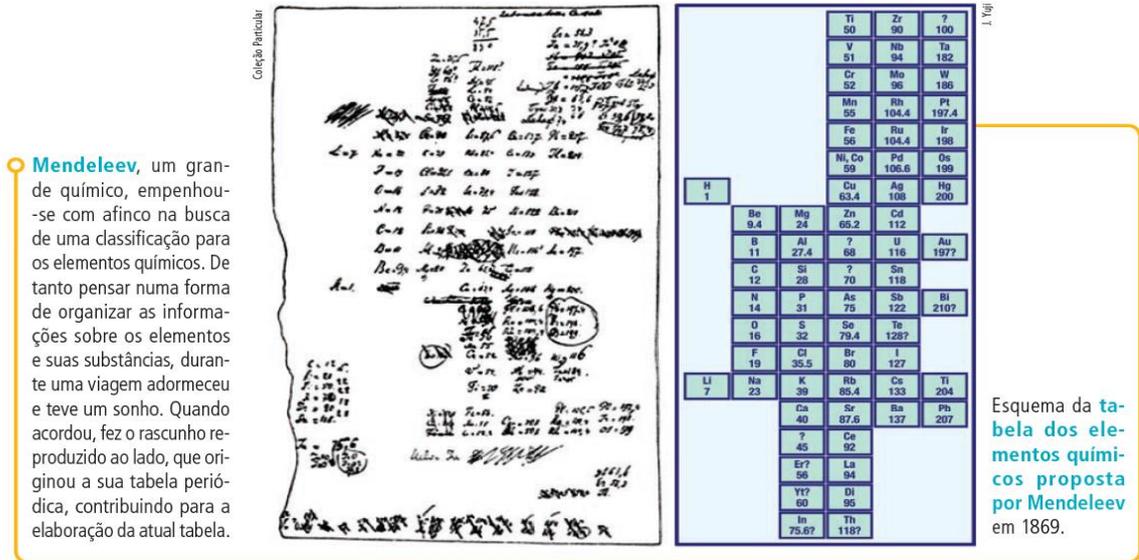


Figura 11- Tabela periódica proposta por Mendeleev
 Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 200

Denota-se na explanação subsequente, que os autores abrangem as imperfeições desta tabela, como a inversão de alguns elementos, a inserção de lantanídeos, actinídeos e gases nobres, porém, ressaltam que o desenvolvimento de alternados modelos é uma derivação das propostas destes cientistas, como por exemplo, a representação de Niels Bohr.

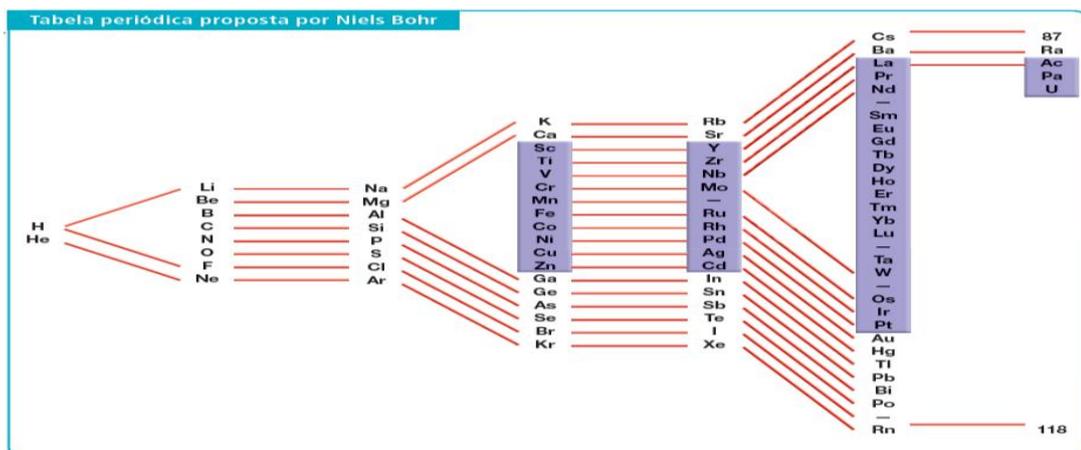


Figura 12- Classificação periódica de Niels Bohr
 Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 200

Indiretamente, ao explanar o modelo proposto por Niels Bohr, os autores salientam a existência de diversas formas de classificação periódica que diferem da organização convencional proposto por Moseley disposta em ordem crescente de número atômico. Além disso, nota-se implicitamente, o caráter transitório e mutável da ciência, se contrapondo a ênfase do conhecimento inalterável, considerando que, não existe apenas um arranjo elementar correto.

[...] cada tabela periódica apresenta diferentes conjuntos de informações sobre elementos químicos. Assim, é preciso verificar, primeiro, como ela está organizada e em que posição são apresentados os números atômicos e massas atômicos. Esses dados em geral aparecem em uma legenda situada no canto inferior esquerdo (SANTOS; MÓL, 2013, p. 206).

Na sequência explana-se a “classificação moderna dos elementos químicos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 202) no qual percebe-se nitidamente a ênfase dada aos sistemas de organização elementares, ao atribuir que a tabela periódica é indispensável no ensino de química sem referenciar que a periodicidade é um fenômeno no qual determinadas propriedades apresentam regularidade em comparação a um determinado parâmetro que ocorre independente da forma de arranjo dos átomos.

Você já tentou procurar no catálogo telefônico o número de uma loja sem saber o nome dela? Não é tão difícil quanto parece. Quem souber consultar o índice de assuntos, encontrará a loja por sua classificação e não precisará folhear o catálogo do início ao fim. Consultar a tabela periódica é parecido. Ela é uma ferramenta imprescindível para o químico ou estudante de Química. Mas é preciso saber usá-la. Então, vamos lá. Na tabela periódica, os elementos estão organizados em ordem crescente de número atômico. Ela é organizada por colunas, denominadas grupos, e linhas horizontais, denominadas períodos. Os grupos correspondem a conjuntos de elementos, cujos átomos formam substâncias com propriedades físicas e/ou químicas semelhantes (SANTOS; MÓL, 2013, p. 202).

Na sequência, adentra-se na explicação sobre “grupos de elementos químicos” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 202), no qual os autores abordam o agrupamento das famílias na tabela periódica, isto é, “metais alcalinos, metais alcalinoterrossos, calcogênio, halogênio e gases nobres” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 202) e contempla-se as propriedades desses arranjos. Posteriormente, aborda-se sobre elementos representativos e de transição e dispõe-se uma tabela demonstrando o molde de organização convencional destes conceitos.

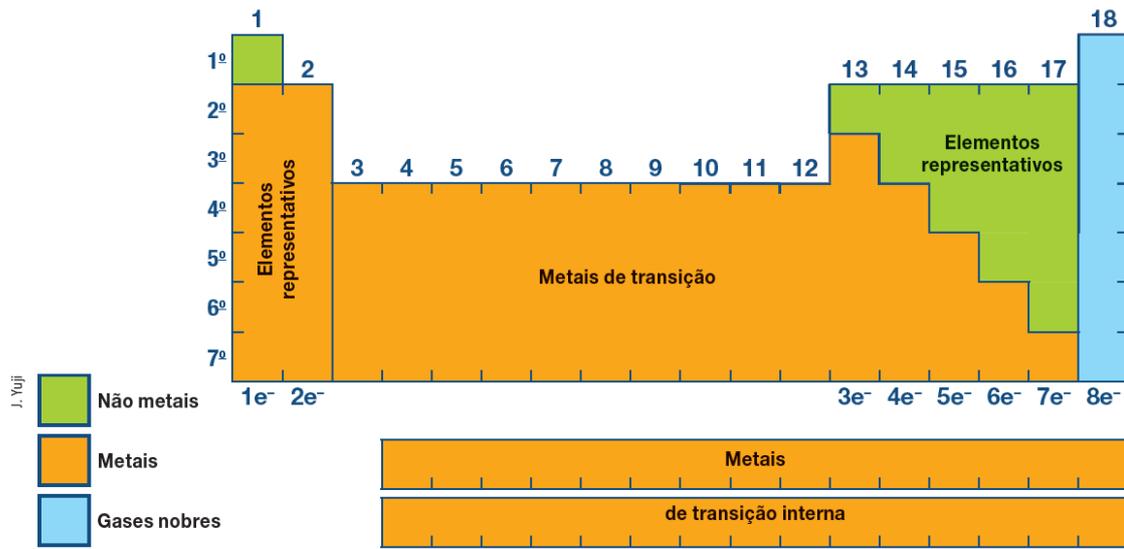


Figura 13- Organização periódica dos elementos representativos e de transição
 Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 200

Nota-se que a tabela periódica convencional não é inserida neste capítulo do livro, a mesma encontra-se no final da obra. Este posicionamento almeja evitar a memorização de nomenclatura e principais características dos compostos, considerando que, primeiramente constrói-se os conhecimentos necessários para utilizá-la como ferramenta para extração de dados.

Tabela periódica dos elementos

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono (Iupac)

Legenda:

- Hidrogênio
- Metais representativos alcalinos
- Metais representativos alcalinoterrosos
- Metais de transição
- Metais de transição interna
- Outros metais representativos
- Elemento não identificado
- Não metais, halogênios
- Gases nobres

Estado físico:

- Sólido
- Líquido
- Gás
- Artificial

Período	Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	I A	H (1,0)																		He (4,0)
2	II A	Li (6,9)	Be (9,0)																	Ne (20,2)
3	III A	Na (22,9)	Mg (24,3)																	Ar (39,9)
4	IV A	K (39,1)	Ca (40,1)	Sc (44,9)	Ti (47,9)	V (50,9)	Cr (52,0)	Mn (54,9)	Fe (55,8)	Co (58,9)	Ni (58,7)	Cu (63,5)	Zn (65,4)	Ga (69,7)	Ge (72,6)	As (74,9)	Se (79,0)	Br (79,9)	Kr (83,8)	
5	V A	Rb (85,5)	Sr (87,6)	Y (88,9)	Zr (91,2)	Nb (92,9)	Mo (96,0)	Tc (98,0)	Ru (101,1)	Rh (102,9)	Pd (106,4)	Ag (107,9)	Cd (112,4)	In (114,8)	Sn (118,7)	Sb (121,8)	Te (127,6)	I (126,9)	Xe (131,3)	
6	VI A	Cs (132,9)	Ba (137,3)	La-Lu (57-71)	Hf (178,5)	Ta (181,0)	W (183,8)	Re (186,2)	Os (190,2)	Ir (192,2)	Pt (195,1)	Au (197,0)	Hg (200,6)	Tl (204,4)	Pb (207,2)	Bi (208,9)	Po (209,0)	At (210)	Rn (222)	
7	VII A	Fr (223)	Ra (226)	Ac-Lr (89-103)	Rf (261)	Db (262)	Sg (266)	Bh (264)	Hs (269)	Mt (268)	Ds (281)	Rg (280)	Cn (285)	Uut (284)	Fl (289)	Uup (288)	Lv (293)	Uus (294)	Uuo (294)	

Grupo

Número atômico

Símbolo

Nome do elemento

Massa atômica relativa
(*) = Nº de massa do isótopo mais estável

Distribuição eletrônica

Série dos Lantanídeos

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
138,9	140,1	140,9	144,2	145	150,4	152,0	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	175,0

Série dos Actinídeos

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
(227)	232,0	231,0	238,0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

Figura 14- Tabela periódica dos elementos
 Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 319

Posteriormente, aborda-se a “lei periódica” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 208), no qual denota-se que após os estudos de Moseley, definiu-se que as propriedades elementares se repetem quando estes estão em ordem crescente de número atômico. Nesta perspectiva, os autores atribuem maior relevância aos sistemas de organização, considerando que, explanou-se somente a periodicidade associando a tabela periódica.

[...] Além das propriedades químicas das substâncias, temos também propriedades dos átomos dos elementos que variam periodicamente ao longo da tabela chamadas propriedades periódicas. Veja, então, que a organização moderna da tabela periódica dos elementos químicos leva em conta tanto as propriedades macroscópicas de suas substâncias como as propriedades microscópicas dos átomos (SANTOS; MÓL, 2013, p. 209).

Subsequente, explana-se as “propriedades periódicas” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 208), que para os autores “são aquelas relacionadas com os átomos de elementos químicos e que seguem uma variação ao longo da tabela periódica. Existem diversas propriedades periódicas” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 208). Nesta perspectiva, denota-se o destaque dado aos sistemas de organização, considerando que, a periodicidade é um fenômeno que ocorre independente do modelo de tabela utilizado, entretanto, a obra fundamenta o ensino da mesma, na compreensão do arranjo dos átomos na tabela periódica, como pode ser observado, na dissertação sobre raio atômico, no qual ao sugerir a comparação entre os elementos do mesmo período e família, discorre sobre a relação existente entre a posição na tabela e a variação de raio atômico.



Pense

Identifique no gráfico abaixo os elementos químicos que estão em um mesmo período da tabela periódica e os que estão em um mesmo grupo. Que relação podemos estabelecer entre a posição na tabela e a variação de raio atômico? Tente justificá-las.

Raio atômico (em pm) versus número atômico (z) para os primeiros elementos químicos (com exceção dos gases nobres)

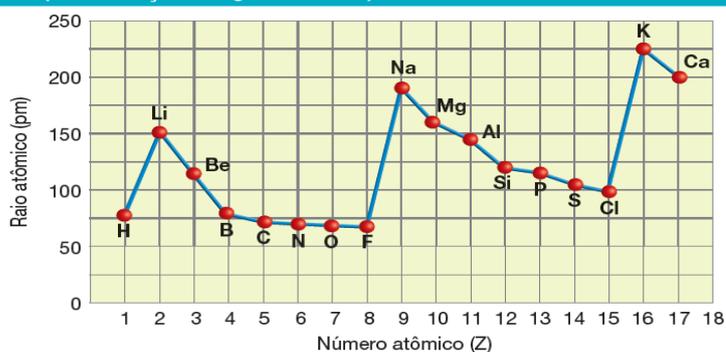


Figura 15- Raio atômico versus número atômico

Fonte: Santos; Mól, 2013, p. 211

Na construção do conhecimento referente a energia de ionização e eletronegatividade, primeiramente, discorre sobre “como varia o potencial de ionização dos elementos químicos na tabela periódica”? “Então, como você diria que varia a eletronegatividade na tabela periódica dos elementos”? (SANTOS; MÓL, 2013, p. 215). Posteriormente, explana-se conceitualmente cada um dos temas. Nesta perspectiva, observa-se a ênfase atribuída aos sistemas de organização elementares, considerando que, o foco do processo de ensino aprendizagem deveria ser a periodicidade, entretanto, preliminarmente relaciona-se a propriedade com a tabela.

5.1.3 Análise do Livro “Química”.

A concepção teórico-metodológica da coleção Química dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2013), fundamenta-se em uma proposta de ensino inovador para a disciplina. Alicerçada nos conhecimentos prévios dos educandos, contempla a contextualização dos conhecimentos, incentivo a realização de atividades, projetos interdisciplinares e fomenta a experimentação (BRASIL, 2015, p. 39). Os diversos conteúdos são introduzidos de forma fenomenológica, por meio de situações problemas ou ocorrências do cotidiano. Nesta perspectiva, a obra consegue “conciliar de forma harmônica os conceitos básicos com a contextualização necessária para motivar os estudantes e promover a compreensão da importância da Química em nossa vida diária” (BRASIL, 2015, p. 42). Além disso, reforça o caráter transitório da ciência, como um processo de construção humana mutável e em constante transformação.

Ao expressar seu pensamento e submeter suas opiniões à crítica construtiva dos colegas e do professor, você terá oportunidade de aprimorar suas concepções sobre a Química e se aproximar cada vez mais do mundo da ciência. Afinal, essa é a forma como a ciência tem se desenvolvido ao longo da História. Hipóteses e teorias, hoje consideradas válidas, poderão, no futuro, parecer tão ingênuas quanto os enganos que cometemos (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 3).

Na obra de Mortimer e Machado (2013) as propriedades periódicas foram inseridas no capítulo 6 intitulado de “modelos para o átomo e uma introdução à tabela periódica” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 150) que abrange um conjunto de 16 textos no qual explana-se simultaneamente modelos atômicos, periodicidade e tabela periódica, como pode ser observado na figura 16.

<h1>Capítulo 6</h1> <h1>150</h1> <p>Modelos para o átomo e uma introdução à tabela periódica</p> <p>Texto 1 > A ideia de átomo: da Grécia antiga aos tempos atuais, 152</p> <p>Texto 2 > A hipótese atômica de Dalton, 154</p> <p>Atividade 1 > Evidências para a natureza elétrica na constituição dos materiais, 155</p> <p>Texto 3 > Cargas elétricas nos materiais, 156</p>	<p>Texto 4 > Evidências para um novo modelo atômico, 158</p> <p>Texto 5 > O modelo atômico de Thomson, 162</p> <p>Texto 6 > Um modelo para a estrutura do átomo: o modelo de Rutherford, 163</p> <p>Texto 7 > Elementos químicos e a tabela periódica, 168</p> <p>Texto 8 > Os antecedentes do modelo de Bohr, 173</p> <p>Texto 9 > A luz emitida pelas substâncias e a radiação eletromagnética, 175</p> <p>Atividade 2 > O teste da chama, 177</p> <p>Texto 10 > A natureza ondulatória da luz e o espectro eletromagnético, 178</p> <p>Texto 11 > Interação entre radiação e matéria, os espectros atômicos e o modelo de Bohr, 182</p>	<p>Texto 12 > O modelo de Bohr e a explicação das propriedades periódicas, 191 Como o modelo de Bohr explica a variação dessas propriedades?, 193</p> <p>Texto 13 > O modelo atual – comportamento dual do elétron, incerteza e orbital, 195 Qual é o significado físico de uma onda associada a uma partícula – o elétron?, 197 As dificuldades da mecânica quântica, 198</p> <p>Texto 14 > Números quânticos, distribuição eletrônica e a organização da tabela periódica moderna, 199 Distribuição eletrônica por níveis e subníveis, 201</p> <p>Atividade 6 > A distribuição eletrônica por níveis e subníveis e a tabela periódica moderna, 203</p>	<p>Texto 15 > Distribuição eletrônica, tabela periódica e elétrons de valência, 206</p> <p>Texto 16 > Metais, não metais e gases nobres, 212</p> <p>Na internet, 216 Questões de exames, 217</p>
--	--	--	--

Figura 16- Capítulo que contempla as propriedades periódicas

Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 7

A obra não possui um capítulo específico para o fenômeno da periodicidade, o que remete indiretamente, menor relevância atribuída a estes conceitos (LEITE; PORTO, 2015 p. 583). Entretanto, aborda-se primeiramente os modelos atômicos, que servem como base para o estudo das propriedades periódicas (MORAWSKI, 2015, p.30).

No título da seção, nota-se a ênfase atribuída aos sistemas de organização, considerando que, um dos focos explicitados nesta denominação é introdução à tabela periódica. Ao embasar o estudo da periodicidade apenas em um formato de representação elementar, remete a falsa impressão de imutabilidade, isto é, conhecimento fixo, constante e inalterável, pois, implicitamente associa-se este conhecimento científico como finalizado.

No texto 7, intitulado de “elementos químicos e a tabela periódica” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 168), explana-se inicialmente sobre a concepção de elemento, no qual alterou-se ao decorrer do tempo, como por exemplo, a definição de Lavoisier que definia substância elementar o que não poderia ser decomposto pelos métodos da época (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 168). Nesta perspectiva, nota-se que os autores implicitamente, contemplam a abordagem sócio-histórica no qual apresenta a ciência como processo de construção humana, mutável, e marcada pelo seu carácter provisório.

Subsequente a construção conceitual sobre elementos, explora-se as tentativas de organização destes átomos, por meio das “propriedades em comum” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 168). Nesta perspectiva, indiretamente atribui-se

maior relevância aos sistemas de organização elementares, considerando que, em nenhum momento explana-se sobre o fenômeno da periodicidade, apenas, cita-se que estes arranjos derivam das propriedades físicas e químicas conhecidas na época.



Figura 6.27 a) Em 1829, Johann W. Döbereiner (1780–1849) observou que certos elementos químicos podiam ser agrupados, sempre em grupos de três, por possuírem propriedades semelhantes – as Tríades de Döbereiner. Ele identificou, por exemplo, que o cloro, o bromo e o iodo apresentavam comportamentos químicos comparáveis (atualmente, são elementos da família dos halogênios). Outras tríades seriam formadas pelo enxofre, selênio e telúrio (calcogênios) e pelo cálcio, estrôncio e bário (metais alcalinoterrosos).

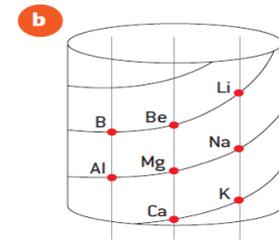


Figura 6.27 b) Em 1863, Alexandre de Chancourtois (1820–1886), cientista francês, classificou os elementos então conhecidos numa ordem hierárquica crescente de seus pesos atômicos. Classificação conhecida como Parafuso Telúrico.

c

Newlands (1863)						
H						
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe	(Co, Ni)
Cu	Zn	Y	In	As	Se	Br
Rb	Sr	(La, Ce)	Zr	(Nb, Mo)	(Ru, Rh)	Pd
Ag	Cd	U	Sn	Sb	Te	I
Cs	(Ba, V)					

Figura 6.27 c) Também em 1863, Alexander Reina Newlands (1838–1898), químico inglês, usando uma ordem crescente de pesos atômicos, organizou grupos de sete elementos, ressaltando que as propriedades eram repetidas no oitavo elemento, daí ser sua periodicidade chamada de "Lei das Oitavas". Newlands associou a "Lei das Oitavas" à sequência das notas musicais.

Figura 17- Sistemas de organização elementares

Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 170

Na figura fornecida pelos autores, nota-se a ausência do contexto histórico, remetendo a falsa impressão na qual a construção do conhecimento científico ocorre independente do contexto social da época (LEITE; PORTO, 2015, p. 583). Observa-se na imagem, modelos de classificação anteriores a Mendeleev, entretanto, não contém aspectos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, tais como, a delimitação de uma situação-problema, a metodologia utilizada, o processo implementado, o aprimoramento ao longo dos anos e o objetivo de sua construção. Neste sentido, a superficialidade da abordagem histórica não contempla o caráter transitório da ciência, isto é, segmento humano mutável, complexo e não acumulativo (LEITE; PORTO, 2015, p. 585).

Posteriormente, explana-se sobre uma das formas de organizar os elementos, conhecida como tabela periódica que resultou das investigações de Mendeleev em meados do século XIX, no qual usufruindo das propriedades físicas e químicas dos compostos, arranjo-os em ordem crescente de peso atômico e agrupou os átomos com propriedades semelhantes, uns debaixo dos outros. Nesta perspectiva, "a tabela ficou conhecida como tabela periódica, uma vez que as propriedades se repetiam periodicamente" (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 171). Nota-se que os autores não

exploraram quais propriedades apresentavam regularidade em relação ao parâmetro estipulado na época, isto é, massa atômica, nesse sentido, pode-se deduzir que enfatiza apenas, a sistematização elementar em formato de tabela.

Na sequência, aborda-se que em decorrência das pesquisas que determinaram a existência dos prótons, alterou-se o critério de organização elementar na tabela periódica, isto é, substituiu-se ordenação crescente de massa atômica para número atômico. De acordo com Mortimer e Machado (2013), tabela periódica é uma fonte de informações essenciais, pois, sintetiza uma série de propriedades dos elementos, nesse sentido, recorrer a mesma “é uma maneira de não ter que memorizar as informações que ela fornece. O importante é saber consultá-la para extrair essas informações, quando necessário” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 171). Nesta perspectiva, explanou-se o formato convencional proposto por Moseley, sem explorar o fenômeno da periodicidade, que ocorre independente modelo de ordenação dos átomos, conduzindo os discentes implicitamente a associarem que esta peculiaridade sucede devido a tabela.



Figura 18- Tabela periódica
Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 172

Subseqüentemente, aborda-se no texto 12, “o modelo de Bohr e a explicação das propriedades periódicas” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 191), no qual retoma-se a proposta de organização de Mendeleev, considerada como “uma das grandes contribuições para a sistematização dos conhecimentos da época sobre propriedades físicas e químicas das substâncias formadas pelos elementos químicos” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 191). Nota-se na abordagem que a imprecisão da época não influenciou na credibilidade da tabela, pelo contrário, teve tamanha

precisão que permitiu realizar previsões de elementos ainda não sintetizados, por meio do conhecimento empírico, pois, “na época de Mendeleev, não era possível explicar a razão da periodicidade das propriedades físicas e químicas dos elementos” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 191).

Typische Elemente			K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
H = 1	Li = 7	Na = 23	Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
	Be = 9,4	Mg = 24	—	? Yt = 88?	? Di = 138?	Er = 178?	—
	B = 11	Al = 27,3	Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	? La = 180?	Tb = 231
	C = 12	Si = 28	V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
	N = 14	P = 31	Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
	O = 16	S = 32	Mn = 55	—	—	—	—
	F = 19	Cl = 35,5	Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
			Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
			Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
			—	In = 113	—	Tl = 204	—
			—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
			As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
			Se = 78	Te = 125?	—	—	—
			Br = 80	J = 127	—	—	—

Figura 19- Reprodução da tabela proposta por Mendeleev, em 1869
Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 191

Na explanação teórica sobre sistema de organização de Mendeleev, observa-se a ausência do contexto histórico e não contempla os aspectos fundamentais de uma pesquisa científica, tais como, metodologia, procedimento, delimitação de uma situação-problema, se ocorreu aprimoramento ao decorrer dos anos e se os objetivos propostos foram alcançados. Nesta perspectiva, a superficialidade desta abordagem histórica não abrange significativamente o carácter transitório da ciência (LEITE; PORTO, 2015, p. 585).

Posteriormente, retoma-se aos níveis de energia proposto por Bohr, no qual os átomos dos elementos do mesmo período da tabela periódica contêm elétrons mais energéticos que ocupam o mesmo nível de energia, o que “possibilitou explicar a periodicidade de várias propriedades atômicas, associando o comportamento físico e químico das substâncias à distribuição dos seus elétrons por níveis ou camadas” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 192). Nota-se que os autores não exploram o que é o fenômeno da periodicidade, quais propriedades podem ser explicadas por meio da distribuição eletrônica, nesse sentido, subentende-se que enfatiza apenas, a sistematização elementar em formato de tabela.

Na explanação sobre raio atômico, sugere-se a observação da primeira e segunda coluna da tabela periódica, no qual aumenta-se o tamanho do átomo ao

longo destas famílias. Neste sentido, enfatiza-se que o contrário ocorre em um período, considerando que, com o acréscimo do número atômico uma quantidade superior de elétrons é distribuída em um mesmo nível de energia no qual são atraídos mais fortemente pelo núcleo, que acarreta em compactação do elemento, resultando no decréscimo do raio atômico (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 193). Nota-se nesta abordagem que não é mencionado que o raio atômico é uma propriedade que apresenta periodicidade em relação ao número atômico e sucede independente do modelo de organização elementar utilizado, sendo assim, indiretamente induz os discentes a associar que este fenômeno deriva da posição dos elementos arranjos em formato de tabela.

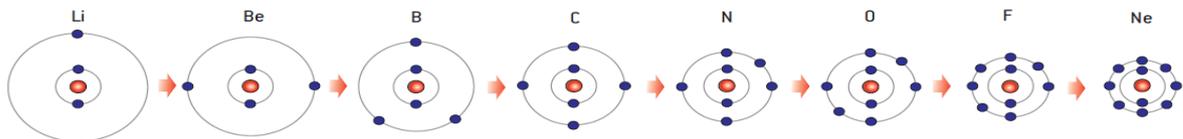


Figura 6.54
Representações para os raios decrescentes dos átomos da segunda linha da tabela periódica.

		grupo									
		1	2	13	14	15	16	17	18		
período	2	Li 157	Be 112	B 88	C 77	N 74	O 66	F 64	Ne		
	3	Na 191	Mg 160	Al 143	Si 118	P 110	S 104	Cl 99	Ar		
	4	K 235	Ca 197	Ga 153	Ge 122	As 121	Se 117	Br 114	Kr		
	5	Rb 250	Sr 215	In 167	Sn 158	Sb 141	Te 137	I 133	Xe		
	6	Cs 272	Ba 224	Tl 224	Pb 224	Bi 224	Po 224	At	Rn		
										raio atômico [pm]	
									251 – 300		
									201 – 250		
									151 – 200		
									101 – 150		
									51 – 100		

Figura 6.55
Raio atômico (em pm) para os principais grupos de elementos da tabela periódica.

Figura 20- Raio atômico ao decorrer da tabela periódica
Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 194

Posteriormente, aborda-se sobre energia de ionização, no qual explana-se que “esta variação é justamente o inverso da que ocorre com o raio atômico” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 194), considerando que, à medida que o raio atômico aumenta ao longo da mesma coluna da tabela periódica, os elétrons se distanciam do núcleo, resultando no enfraquecimento das ligações, necessitando assim, menos energia para retirá-los. Desta forma, a energia de ionização aumenta em relação ao maior número atômico de um período e diminui ao percorrer os elementos que compõe uma coluna (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 194). Nota-se que não é mencionado que a energia de ionização é uma propriedade que apresenta periodicidade ao relacionar com o número atômico, nesse sentido, fundamenta-se o

ensino da mesma na tabela periódica sendo que este fenômeno acontece independente da organização elementar.

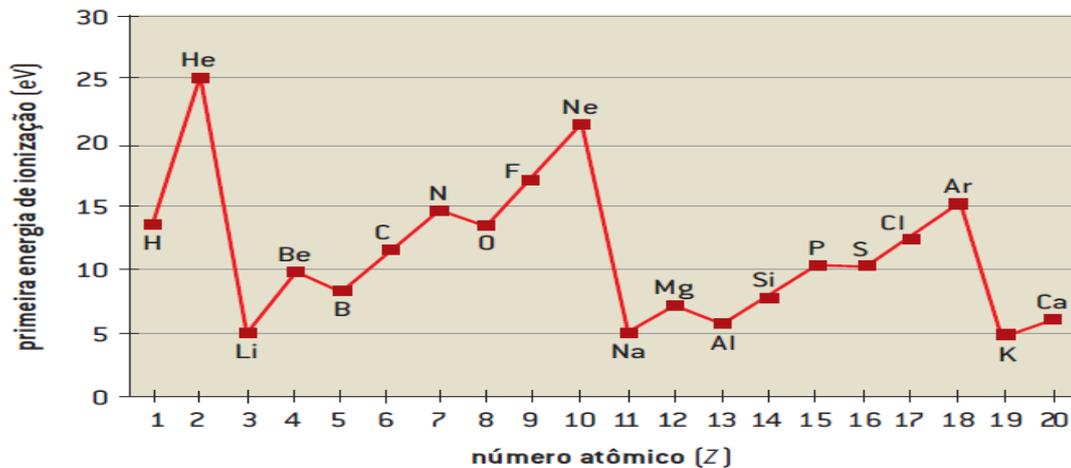


Figura 21- Tabela da energia de ionização versus número atômico
Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 195

No texto 16 intitulado de “metais, não metais e gases nobres” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 212), explana-se esta classificação embasada apenas, na tabela periódica, e retoma-se os conceitos de raio atômico e energia de ionização ao se referir que os metais têm poucos elétrons na camada de valência e os perdem com facilidade para formar cátions, e os não metais possuem mais elétrons na camada de valência e tendem a ganhar elétrons, sendo assim, “quanto mais fácil é remover um elétron de um átomo, maior é o seu caráter metálico. Isso indica que o caráter metálico é maior para elementos com maior raio atômico e menor energia de ionização” (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 213). Nota-se a ênfase atribuída aos sistemas de organização dos elementos, considerando que, não é mencionado que o caráter metálico, não metálico ou gasoso é uma peculiaridade do composto e independente deste arranjo. Além disso, demonstra-se as propriedades periódicas citadas acima, por meio da orientação setas na tabela periódica, tendo como consequência, a memorização destas tendências e a assimilação implícita de que este fenômeno é derivado da posição dos átomos no modelo de representação convencional.

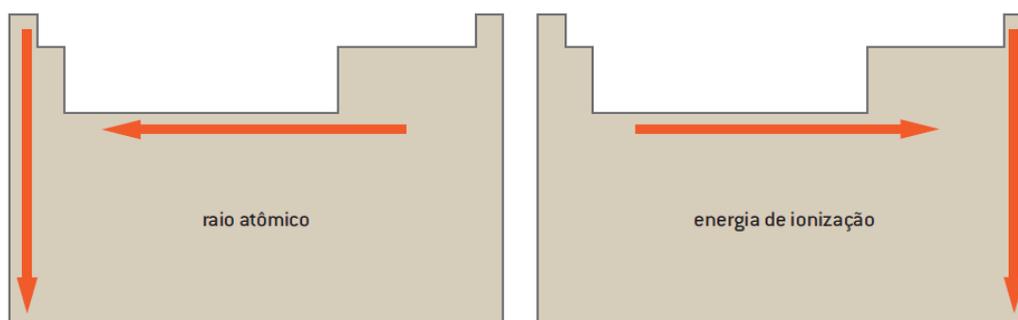


Figura 22- Raio atômico e energia de ionização na tabela periódica
Fonte: Mortimer; Machado, 2013, p. 213

5.1.4 Análise do Livro “Ser Protagonista Química”.

A obra ser protagonista química de autoria de Julio Cezar Foschini Lisboa (2013), contempla três eixos estruturadores: Contexto sociocultural, história da química e experimentação (BRASIL, 2015, p. 56). “Cada capítulo da coleção é um estímulo para que você estabeleça uma relação entre algumas situações vivenciadas em seu cotidiano e os fenômenos químicos que as explicam” (LISBOA, 2013, p. 3).

A abordagem do contexto sociocultural tem como meta estabelecer relações entre os conteúdos explanados e o cotidiano dos discentes, com o intuito de conduzir a aprendizagem significativa. Faz presente na abertura das unidades e dos capítulos, nas seções “saiba mais; ação e cidadania; ciência, tecnologia e sociedade” (BRASIL, 2015, p. 56). A metodologia CTS é contemplada no final das subdivisões, no qual explana-se textos que conectam o conteúdo estudado com temas da atualidade, seguido por questões que estimulam a pesquisa por mais informações, discussões em grupo, elaboração de redações e posicionamento crítico (BRASIL, 2015, p. 56).

A explanação histórica tem por objetivo enfatizar o dinamismo da ciência e desmistificar representações comumente construídas sobre os pesquisadores. Aborda-se este eixo em quadros que contemplam a biografia de químicos em destaque. É necessário salientar, no entanto, que a história da ciência deve ser explorada além de descrição da vida de investigadores. Neste sentido, caberá ao docente buscar outros textos que contenham o processo de construção do conhecimento científico (BRASIL, 2015, p. 56).

No eixo da experimentação, nota-se que os mesmos não se restringem a procedimentos executáveis em laboratório de química, considerando que, propiciam atividades de tratamento de dados, abordam experimentos desenvolvidos ao decorrer

da história e extraídos do cotidiano dos discentes. Entretanto, a obra não contempla a metodologia da experimentação investigativa, que têm por intuito o desenvolvimento de habilidades que conduzem a argumentação e compreensão dos fenômenos (BRASIL, 2015, p. 56).

Na obra de Lisboa (2013) as propriedades periódicas foram inseridas na unidade 4 intitulada de “tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 108) que contempla os seguintes capítulos: A organização dos elementos, propriedades dos grupos da tabela periódica.

Nota-se que a obra possui uma unidade específica para o tema, que sugere maior relevância atribuída aos conceitos. Entretanto, ao denominar esta seção de “tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 108), enfatiza-se apenas, os sistemas de organização. Ao fundamentar o estudo do fenômeno da periodicidade em um formato de representação elementar, remete erroneamente a estes conceitos imutabilidade, isto é, conhecimento fixo, constante e inalterável, pois, implicitamente associa-se este conhecimento científico como finalizado, porém, não existe apenas, um método de arranjar os átomos corretamente.

UNIDADE 4 – Tabela Periódica	108
CAPÍTULO 7	A organização dos elementos 110
	1. Evolução histórica da classificação dos elementos: das tríades à Tabela atual 111
	▪ Atividades 117
	▪ Atividade experimental: Obtenção e propriedades de substâncias simples 118
	▪ Questões globais 119
	▪ Ciência, tecnologia e sociedade: A Tabela Periódica e os novos elementos químicos 120
	▪ Vestibular e Enem 121
CAPÍTULO 8	Propriedades dos grupos da Tabela Periódica 122
	1. Propriedades químicas e físicas dos grupos da Tabela Periódica..... 123
	▪ Atividades 124
	2. Propriedades periódicas e aperiódicas 125
	▪ Atividades 128
	▪ Atividade experimental: Propriedades periódicas e aperiódicas – construção e interpretação de gráficos 129
	▪ Questões globais 130
	▪ Ciência, tecnologia e sociedade: Os halogênios e a saúde humana 131
	▪ Vestibular e Enem: 132
	▪ Para Explorar 133
	▪ Projeto 1: Produtos químicos domésticos..... 134

Figura 23- Posição das discussões sobre periodicidade na obra
Fonte: Lisboa, 2013, p. 6

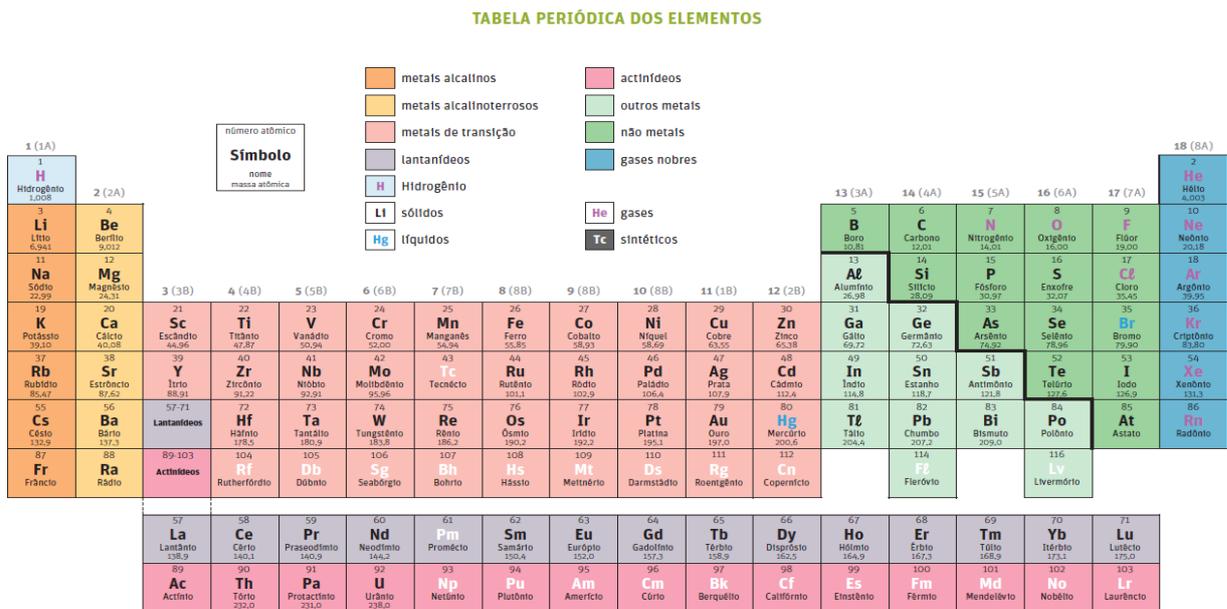
No capítulo 7 denominado de “organização dos elementos” (LISBOA, 2013, p. 110), compara-se o arranjo dos átomos na tabela periódica com a ordenação dos produtos no supermercado e enfatiza-se que, por meio de pesquisas e experimentações os cientistas notaram que vários elementos químicos apresentavam propriedades semelhantes. Nesse sentido, “procuraram agrupar os elementos de acordo com a semelhança de propriedades. Dessa tentativa, surgiram os primeiros modelos de tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 110). Nesta perspectiva, nota-se que não é explanado que a conformidade vislumbrada pelos investigadores é resultante do fenômeno da periodicidade, sendo assim, esta abordagem prioriza os sistemas de organização dos átomos. Entretanto, o título utilizado nesta seção salienta indiretamente a existência de alternamos modelos de representação que podem se enquadrar dentro desta temática.

Posteriormente, explana-se sobre a “evolução histórica da classificação dos elementos: das tríades à tabela atual” (LISBOA, 2013, p. 111), no qual aborda-se sobre as tríades de Döbereiner, o parafuso telúrico de Chancourtois, lei das oitavas de Newlands (LISBOA, 2013, p. 111). Nesta narrativa, observa-se a ausência do contexto histórico da época, considerando que, menciona resumidamente a forma com que cada pesquisador elaborou seu modelo de organização elementar e as imperfeições do mesmo. Além disso, não contempla aspectos essenciais para o desenvolvimento das pesquisas científicas, tais como, metodologia, procedimento, delimitação de uma situação-problema, objetivos de sua construção e aprimoramentos ao longo dos anos. Nesta perspectiva, a superficialidade desta narração histórica não contempla significativamente o processo de construção do conhecimento científico (LEITE; PORTO, 2015, p. 585).

Na sequência, explana-se sobre a “tabela de Mendeleiev” (LISBOA, 2013, p. 112), no qual menciona-se que o pesquisador é considerado “o pai da tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 112), por relacionar a massa atômica dos elementos e suas propriedades, “permitindo um melhor entendimento da periodicidade dos elementos químicos” (LISBOA, 2013, p. 112). Nota-se que o autor usufrui do termo periodicidade sem explanar o seu significado ou qual propriedade apresenta regularidade ao relacionar com peso atômico na proposta original de Mendeleev. Além disso, a abordagem histórica não contempla a enunciação da lei periódica, o contexto sociocultural da época, os objetivos de sua elaboração, aprimoramento ao longo dos anos, sendo assim, não abrange significativamente a construção do conhecimento

científico, isto é, processo de edificação humana, mutável, complexo e não acumulativo (LEITE; PORTO, 2015 p. 583).

Subsequente, aborda-se a “tabela periódica atual” (LISBOA, 2013, p. 114), no qual explora-se que os sistemas de organização é resultado do “processo histórico iniciado com a suposição de que a classificação dos elementos químicos devia obedecer a critérios relacionados com a semelhança entre eles” (LISBOA, 2013, p. 114). Nota-se na explanação, que não contempla satisfatoriamente a abordagem histórica, considerando que, o modelo convencional de arranjo dos átomos explicitado no título da seção, deriva das investigações de Moseley, que conduziram ao estabelecimento de relações entre o número atômico e propriedades, tendo como resultante, o fenômeno da periodicidade. Na sequência, menciona-se sobre elementos representativos, de transição, a posição das famílias, colunas e expõe a tabela periódica.



No capítulo 8, intitulado de “propriedade dos grupos da tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 122), ao introduzir o tema sobre as propriedades elementares, refere-se a tabela periódica como uma ferramenta imprescindível “no universo da Química. Ela fornece informações e evidências de como os elementos químicos se comportam. Mas por que o termo periódica está associado a uma tabela de elementos? ” (LISBOA, 2013, p. 122). Nota-se que o ensino da periodicidade fundamenta-se no sistema de classificação elemental, considerando que, antes de

explicar sobre quais são as propriedades que apresentam regularidade em relação a um determinado parâmetro, disserta sobre “neste capítulo, você vai estudar por que os elementos químicos apresentam propriedades que se repetem periodicamente em uma linha (período) da tabela periódica” (LISBOA, 2013, p. 122).

Posteriormente, aborda-se “propriedades periódicas e aperiódicas” (LISBOA, 2013, p. 123), no qual explica-se que as “propriedades periódicas dos elementos químicos são as que apresentam valores que crescem ou decrescem em um determinado intervalo de número atômico” (LISBOA, 2013, p. 125). Percebe-se que não é mencionado o que é o fenômeno da periodicidade e sim, como ocorre. Na sequência, descreve-se que “se não há regularidade nessas variações e os valores de uma propriedade só aumentam ou só diminuem com o aumento do número atômico, temos então uma propriedade aperiódica” (LISBOA, 2013, p. 125). Nota-se na dissertação a simplicidade com que explora-se estes conceitos, considerando que, não é exposto que a periodicidade é uma regularidade que ocorre independente do sistema de organização elementar e quais propriedades apresentam constância ao relacionar com o número atômico.

Subseqüentemente, na explicação sobre as propriedades periódicas, percebe-se a ênfase atribuída aos sistemas de organização elementar, considerando que, constrói-se o conhecimento referente a esse fenômeno embasando-se apenas, na tabela periódica convencional, como por exemplo, “na tabela periódica, a eletronegatividade apresenta uma tendência a aumentar de baixo para cima em um grupo e da esquerda para a direita em um período, assim como a energia de ionização” (LISBOA, 2013, p. 127). Ao alicerçar o estudo da periodicidade em apenas um formato de arranjo dos átomos, remete a falsa impressão de imutabilidade, isto é, conhecimento fixo, constante e inalterável, pois, implicitamente associa-se este conhecimento científico como finalizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise das obras aprovadas no PNLD (2015), observou-se a superficialidade no qual explora-se a abordagem histórica dos sistemas de classificação periódica, considerando que, fundamentam-se em breves bibliografias com carácter positivista e enciclopédico no qual, não demonstram o processo gradativo e lento da construção do conhecimento científico. Além disso, pauta-se o ensino das propriedades periódicas no modelo de organização elementar convencional, remetendo implicitamente à esta temática a impressão de imutabilidade, entretanto, a ciência é um segmento humano, mutável, complexo e não acumulativo, dependente dos contextos socioculturais da época e em constante transformação.

Através do presente estudo, conclui-se que a explanação das propriedades elementares nas obras analisadas, fundamenta-se nas tendências para as colunas e períodos da tabela periódica convencional, pois, omite-se que a periodicidade é um fenômeno no qual determinadas peculiaridades se repetem em intervalos regulares em relação à um determinado parâmetro e ocorre independente da organização elementar. Neste sentido, pode-se afirmar que estes conteúdos são abordados por meio de metodologias alicerçadas no modelo tradicional de ensino, no qual privilegia-se a capacidade de memorizar a orientação da seta no sistema de organização dos átomos em detrimento da compreensão desta característica em toda sua magnitude.

REFERÊNCIAS

ANDRIGHETTO, Marcos José; RICHTER, Cleiton José. **Avaliação escolar**. 1º. Simpósio nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. 2009. Disponível em:http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/13%20Formacaodeprofessoresnoensinodecienciaetecnologia/Formacaodeprofessoresnoensinodecienciaetecnologia_artigo3.pdf

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. (1ª. ed) Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. (2ª. ed) Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1970.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. (Tradução de Eva Nick et al.) Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia Cognitiva**. México: Trilhas, 1989.

ATKINS, P. W; JONES, L. **Princípios de química**. 5 ed. (tradução de Ricardo Bicca de Alencastro). Porto Alegre: Bookman, 2012.

ATKINS, P. W; SHRIVER, D. F. **Química Inorgânica**. 3 ed. (tradução de Maria Aparecida B. Gomes). Oxford University Press: Bookman, 2003.

BELTRAN, N.O; CISCATO, C.A.M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1995.

BENSAUDE-VINCENT, B.B. e STENGERS, I. **História da Química**. Trad. Lisboa: Editora Piaget, 1992.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

BOTH, Luiz. **A Química orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos**. Cuiabá- MT, 2007. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=94740.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394 de 20 de Dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos PNLD: Química**, Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-2015>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares do Ensino Médio. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec) **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002.

BRITO, Lorena Gadelha de Freitas. **A tabela periódica: Um recurso para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de química**. Natal- RN, 2005.

BOYLE, Robert. **The Sceptical Chymist**., p. 226-230, Oxford:1661.

CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, M.L. **História e filosofia das ciências no ensino de biologia**. Ciência & Educação, vol. 11, nº. 1, p. 33-39, 2005.

CARVALHO, Cristiano. **A história da indução eletromagnética contada em livros didáticos de física**. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal do Paraná, 2007.

CARVALHO, Marília Gomes. **Tecnologia, desenvolvimento social e educação tecnológica**. In: Educação e Tecnologia. Revista Técnico-Científica dos programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs PR/MG/RJ. Curitiba, 1997.

CHAGAS, V. **Educação Brasileira: O ensino de 1º. e 2º. grau**. São Paulo: Saraiva, 1980, p. 386.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A. **Química**. 11 ed. (Tradução de M. Pinho). Porto Alegre: AMGH, 2013.

CHASSOT, Attico. **Para quem é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico**. Canoas: Ulbra, 1995.

CHOPIN, A. **A evolução enquanto um componente metodológico para o Ensino de Biologia no 2º. Grau: Análise da concepção de evolução em livros didáticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas: São Paulo, 2004.

COSTA, Antônio P. **Avaliação: como avaliar o aprender a (competências) e o aprender que (conteúdos)?** Coimbra, 2004.

DÖBEREINER, J. W. **“Versuch zu einer Gruppierung der elementaren Stoffe nach ihrer Analogie”**. Annalen der physik, 1829, p. 301-307.

EICHLER, Marcelo; DEL PINO, José Claudio. **Computadores em educação Química: Estrutura atômica e tabela periódica**. Porto Alegre- RS, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n6/3542.pdf>

FILHO, João M. Melo; FARIA, Roberto B. **120 anos da classificação periódica dos elementos**. Revista Química Nova. 1990 p. 53.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química**. Vol. 1. 1.ed. São Paulo: Editora Ática, 2013.

FREIRE, Paulo. Entrevista concedida à repórter Amália Rocha da TV Cultura, em 1993.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M. CODOGNOTO, L. **Tabela periódica - um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio**. Química Nova na Escola, Vol. 32, N° 1, 2010.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: Edusp, 1987, p. 80.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LEITE, Helena S. A.; PORTO, Paulo A. **Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX**. Revista Química Nova, vol. 38 N° 4, 580-587, 2015.

LISBOA, Julio Cezar Foschini. **Ser protagonista Química**. Vol. 1. 1 ed. Edições SM: São Paulo, 2010.

LEVY, Primo. **A tabela periódica**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995, p. 222.

LÜDKE, M.; ANDRE, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAAR, Juergen Heinrich. **História da Química, dos primórdios a Lavoisier**. Florianópolis: Papa-livro, 2008.

MAAR, Juergen Heinrich. **História da Química, de Lavoisier ao sistema periódico**. Florianópolis: Papa-livro, 2011.

MENDELEEV, Dimitri Ivanovitch. ***The periodic law of the Chemical elements (Faraday Lecture)***, J. Chem. Soc.: 1889, p. 634-656.

MORAWSKI, Franciele de Matos. **A tabela periódica a partir de uma abordagem contextual nos livros didáticos de química do PNL D 2015**. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário**. Em Aberto. Brasília, ano 7, n.40, out./dez.,1988.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. Vol. 1. 2 ed. São Paulo: Editora Scipione, 2013.

MOURA, Carina Silva. **Adaptação de uma tabela periódica para alunos com deficiência visual**. Brasília-DF, 2010. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1734/1/2010_CarinaSilvaMoura.pdf

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos**. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, - Educação e conhecimento científico, Vitória da Conquista- BA, 2010.

OKI, Maria da Conceição Marinho. **O conceito de elemento da antiguidade à modernidade**. Revista Química Nova na Escola. Nº. 16, novembro de 2002.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira. **Metodologia científica: Um manual para a realização de pesquisas em administração**. Catalão -GO, 2011. Disponível em: https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf

PIAGET, Jean; GARCÍA, Rolando. **Psicogênese e história das ciências**. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

PILETTI, C; PILETTI, N. **História da Educação**. São Paulo: Editora Ática, 1991, p. 240.

PRÄSS, Alberto Ricardo. **Teorias de aprendizagem**. ScriniaLibris.com: 2012.

RIVAL, Michel. **Os grandes experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

ROMA, Vanessa Navarro. **Os livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007/2009): a evolução biológica em questão**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade São Paulo. São Paulo, 2010.

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1967.

SANTOS, Camila Maria Andrade dos; SILVA, Ricardo Alexandre Galdino da; WARTHA Edson José. **O conceito de eletronegatividade na educação básica e no ensino superior**. Vol. 34, nº.10, Revista Química Nova, p.1846-1851, 2011.

SANTOS, Sandra Maria de Oliveira. **Critério para avaliação de livros de Química para o Ensino Médio**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília: Brasília-DF, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza; PEQUIS - Projeto de Ensino de Química e Sociedade, vários autores. **Química Cidadã**. Vol. 1. 2 ed. Editora AJS: São Paulo, 2013.

SOUZA, Clariza Prado. **Avaliação do rendimento escolar**: Campinas: Papyrus, 1991.

SOUZA, Marcelo Pinheiro; MERÇON, Fábio. **A utilização de recursos computacionais em Química no ensino da tabela periódica**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.cap.uerj.br/site/images/trabalhos_espacos_de_dialogos/5-Souza_e_Mercon.pdf

STRATHERN, Paul. **Openheimer e a bomba atômica em 90 minutos**. Tradução: Maria Helena Geordane. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.

TARGINO, A. R. L; BALDINATO, J. O. **Abordagem história da lei periódica nas coleções do PNLD 2012**. Química Nova na Escola, vol. 38, nº 4, p. 324333. São Paulo: 2016.

TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E.; TOLEDO, E. A. **Tabela periódica interativa: “Um estímulo à compreensão”**. Acta Scientiarum, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.

TRINDADE, L. S.; RODRIGUES, S. P.; SAITO, F.; BELTRAN, M. H. R. **História da Ciência e Ensino: Algumas características**. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. (Orgs.) **História da Ciência: Tópicos Atuais**. São Paulo: Livraria da Física, Capes, 2010. p. 119-132.

TREVISAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lúcia Oliver. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites**. UNIrevista. Vol. 1, nº 2: abril, 2006. Disponível em: http://www.unirevista.unisinos.br/_pdf/UNIrev_Trevisan_e_Martins.pdf

USBERCO, João; SALVADOR, Edgar. **Química**. Volume único. 5 ed. p.3, São Paulo: Saraiva, 2002.

WHITNEY, Cynthia Kolb. **Closing in on Chemical Bonds by Opening up Relativity Theory**. International Journal of Molecular Sciences. ISSN 1422-0067. 2008. p. 272-298. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635676/>.

ZIMMERMANN, E. **The interplay of Pedagogical and Science Related Issues in Physics Teachers' Classroom Activities**. PhD Thesis, University of Reading. Inglaterra, 1997.