

Desafios no Ensino da Tabela Periódica: Estado do Conhecimento sobre o Ensino de Ciência nos Anos Finais

Challenges in Teaching the Periodic Table: State of Knowledge on Science Education in the Final Years

Amanda Katiélly Souza Silva¹, Laura Isabel Marques Vasconcelos de Almeida²

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino - PPGEn Universidade de Cuiabá (UNIC). Cuiabá, MT, Brasil.

² Docente do Programa de Pós Graduação de Ensino – PPGEN, Universidade de Cuiabá (UNIC). Av. Beira Rio n.3100, Bairro Jardim Europa, Cuiabá, MT, Brasil. Cuiabá, MT, Brasil.

Resumo

Este artigo é parte inerente de uma pesquisa de mestrado e apresenta o estado do conhecimento de produções científicas consolidadas no período de 2019 a 2023, que discutem o ensino da Tabela Periódica. Tem como foco o conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) dos professores de Ciências, considerado essencial para o processo de ensino e aprendizagem. A revisão da literatura revela uma escassez de estudos que abordam especificamente como os educadores mobilizam os conhecimentos pedagógicos para ensinar a Tabela Periódica, evidenciando a necessidade de ampliar as investigações sobre a temática. Destaca, também, os desafios enfrentados pelos estudantes que frequentemente consideram a Tabela Periódica um tema abstrato e desafiador, resultando em desinteresse e resistência ao aprendizado. Como resultado, os dados apontam a necessidade de o professor adotar ações pedagógicas, como o letramento científico, que conectem teoria e prática, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. A reflexão sobre as abordagens pedagógicas, adotadas pelo professor em sala de aula, torna-se fundamental durante a formação continuada, contribuindo para melhoria da qualidade do ensino de Ciências e, conseqüentemente, com a aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK); Tabela Periódica.

Abstract

This article is an inherent part of ongoing master's research, presenting the state of knowledge of consolidated scientific productions from 2019 to 2023, which discuss the teaching of the Periodic Table. It focuses on the pedagogical content knowledge (PCK) of Science teachers, considered essential for the teaching and learning process. The literature review reveals a scarcity of studies that specifically address how educators mobilize pedagogical knowledge to teach the Periodic Table, highlighting the need to expand research on the topic. It also highlights the challenges faced by students, who often consider the Periodic Table to be an abstract and challenging topic, resulting in disinterest and resistance to learning. As a result, the data point to the need for teachers to adopt pedagogical actions such as scientific literacy, which connect theory and practice, promoting more dynamic and meaningful learning. Reflection on the pedagogical approaches adopted by the teacher in the classroom becomes fundamental during continuing education, contributing to improving the quality of Science teaching and consequently student learning.

Keywords: Science Education; Pedagogical Content Knowledge (PCK); Periodic Table.

Introdução

O ensino de Ciências abrange um conjunto de conhecimentos que vai além do simples domínio do conteúdo. Trata-se de uma combinação de saberes específicos para o ensino que, segundo [1], distingue um professor de um especialista em uma determinada área.

De origem inglesa, o termo Pedagogical Content Knowledge, o autor define conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) como a capacidade do professor transformar seu conhecimento de conteúdo em estratégias pedagógicas eficazes, que podem ser adaptadas às diversas características e experiências dos alunos [1, p.15].

Ensinar ciências tem se mostrado um desafio nas escolas brasileiras e demais países, considerando que, entre os componentes curriculares, a Química é vista como a área de conhecimento de difícil compreensão e abstrata. Como resultado, muitos conceitos químicos ensinados nas escolas não fazem sentido para uma parte significativa dos alunos [2].

Com base na teoria [1] de vincular conteúdo à didática, pesquisas recentes têm sido realizadas como a de [3], envolvendo diferentes elementos estruturantes. Isso inclui o tipo de abordagem utilizada na pesquisa, o campo de coleta de dados, a base metodológica que fundamenta o trabalho e o tipo de análise aplicada.

De acordo com [4], para conduzir uma pesquisa, é necessário confrontar dados, evidências e informações coletadas sobre um tema específico. Essa ação pode ser individual ou colaborativa, visando elaborar ou aprimorar conhecimentos que servirão como base para a resolução de problemas potenciais. Essa prática requer rigor, organização e sistematização na coleta e análise dos dados [5].

A partir da década de 1980, pesquisas na área de ensino e educação adotam uma abordagem crítica e reflexiva em relação aos problemas educacionais do país, alterando também o contexto dos trabalhos científicos [6]. Discussões sobre a rotina escolar, os desafios do processo de ensino e aprendizagem e outras temáticas impulsionaram o avanço do enfoque qualitativo nas investigações científicas, permitindo um aprofundamento na coleta de dados, dando sentido a uma interpretação mais rica, contextualizada, além de proporcionar uma vivência do tema.

Ao escolher o tema [5], sugerem que deve ser atraente e estimulante para o pesquisador, pois aumenta a disposição para continuar o trabalho. Os autores também enfatizam a importância de considerar o conhecimento prévio sobre o assunto escolhido e revisitar a teoria, considerando o conjunto de enunciados inter-relacionados que explicam como e por que um fenômeno ocorre. Esse exercício é crucial para revelar conceitos-chave, métodos bem-sucedidos, perguntas e respostas já existentes, aprofundando a compreensão sobre as interpretações disponíveis, justificando a necessidade do estudo.

Entrar em campo e escolher o ambiente de coleta de dados é uma etapa delicada da pesquisa [5]. Os autores afirmam que é essencial explorar o contexto, visitar o local, avaliá-lo e refletir se possui as condições básicas para o desenvolvimento da pesquisa, como a presença de pessoas, eventos, histórias e situações necessárias para responder às questões centrais do trabalho.

Nas pesquisas de abordagem qualitativa, o foco centra-se nos métodos não padronizados e não totalmente pré-determinados [5], considerando que são caminhos a serem percorridos para alcançar os objetivos. A coleta de dados é realizada a partir das perspectivas e pontos de vista dos participantes.

Neste artigo, nossa reflexão centra-se no levantamento das tendências temáticas, teóricas, de campo e metodológicas de investigações realizadas nos últimos quatro anos, com base nas teses e dissertações brasileiras, consolidadas no período de 2019 a 2023, que discutem sobre o PCK e o Ensino da Tabela Periódica, nos Anos Finais, em nível *Stricto Sensu*. A escolha justifica-se em função da pesquisa de mestrado em andamento que discute o ensino de tabela periódica e seus elementos no ensino Fundamental.

Ao abordar os conceitos da Tabela Periódica (TP), nas aulas de Ciências e Química, os professores enfrentam, além das dificuldades de aprendizagem, a resistência dos estudantes que consideram o tema monótono, descontextualizado e meramente mecanizado [7].

Atuando em sala de aula nos últimos 10 anos, percebe-se que os estudantes dos Anos Finais chegam ao Ensino Médio com grandes dificuldades em relação a determinados conceitos relacionados à área de Ciências da Natureza.

Ao tratar os conceitos de TP, os estudantes apresentam receio e começam a se expressar de maneira negativa, com vários questionamentos: “é necessário decorar toda a tabela?”, “para que serve essa tabela que vimos ano passado?”, “lá vem a professora com essa tabela”, entre outras situações, que demonstram que o letramento científico, segundo a Base Nacional Curricular Comum, deveria ter sido desenvolvido durante o Ensino Fundamental [8] e apresentam lacunas no Ensino Médio.

Com base na teoria do conhecimento pedagógico de conteúdo de [1], na compreensão de como se organiza, estrutura, implementa e comunica os resultados de uma pesquisa científica, na área de ensino de ciências, bem como identificar as tendências metodológicas para a realização desse tipo de pesquisa, este estudo foi motivado pelas discussões promovidas durante a disciplina de Tendências e Abordagens de Pesquisa em Ciências e Matemática do PPG Ensino UNIC/IFMT.

Considerando que o professor tem um papel fundamental na formação cidadã, sua atuação está diretamente conectada ao aprendizado e ao desempenho dos estudantes. Torna-se necessário refletir sobre os conhecimentos específicos mobilizados pelos professores para o ensino dos conteúdos nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental.

Fundamentação teórica

Para [1], o PCK transcende o conhecimento técnico de disciplinas, como Química ou Matemática; ele abrange aspectos que facilitam o ensino, exigindo que o professor utilize diversas formas de representação, como analogias, ilustrações, exemplos, para tornar os conceitos mais acessíveis aos alunos. O autor afirma que "não há formas simples e poderosas de representação, o professor precisa ter à disposição um verdadeiro arsenal de alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa, enquanto outras têm sua origem no saber da prática" [1, p.15].

Nos seus estudos, o autor aponta sete tipos de conhecimento essenciais para a prática docente: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento pedagógico geral, conhecimento do currículo, conhecimento dos materiais e programas, conhecimento dos alunos e conhecimento do contexto, incluindo fins, propósitos e valores educativos [1, p.4].

Durante a pesquisa de doutoramento [9, p.5], aprimorou a definição de PCK, considerando-a como um conhecimento fundamental que interage com outros saberes. Discípula e orientanda de [1], descreve que o PCK é formado pelo entendimento das concepções dos alunos, levando em conta os conhecimentos prévios, dificuldades, erros e acertos, estratégias de ensino, conhecimento pedagógico que facilita a compreensão do conteúdo, conhecimento curricular que abrange o material didático e a sequência didática; e pelo conhecimento dos objetivos educacionais, que envolve a compreensão das metas a serem alcançadas e a relevância do tema a ser ensinado. Para a autora, a integração desses conhecimentos resulta em práticas pedagógicas mais eficazes.

Em 2016, em Leiden, na Holanda, um encontro reuniu professores e pesquisadores renomados na área de Ensino de Ciências, com a finalidade de compartilhar pesquisas aprofundadas sobre o PCK e o Ensino de Ciências [10]. Desse evento, surgiu o Modelo Conceitual Refinado (RCM), destacado por [11], que sintetizou as contribuições desses pesquisadores para o Ensino de Ciências e a formação de professores.

Nesse novo modelo, o PCK considera a dinâmica do processo de ensino e aprendizagem, incorporando feedbacks. Uma característica distintiva desse modelo é a divisão do PCK em três domínios: PCK coletivo (cPCK), PCK pessoal (pPCK) e PCK em ação (ePCK, do inglês enacted PCK) [11].

O cPCK refere-se ao conjunto de conhecimentos que os professores desenvolvem ao longo de sua formação, baseados nas experiências em sala de aula e na interação com colegas. O pPCK é o conhecimento que o professor adquire pessoalmente por meio de sua prática e vivências,

resultando em um saber único. O ePCK é o conhecimento específico necessário em determinado momento para um grupo ou aluno, visando à excelência no processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, o professor deve conhecer o contexto da sala de aula e ter domínio dos conhecimentos fundamentais e pedagógicos, utilizando métodos diversificados para alcançar os objetivos. Este domínio é crucial, pois está ligado à responsabilidade do professor de planejar e refletir sobre suas aulas, observando os estudantes de forma individual e coletiva [11].

Ensino de Ciências e a Tabela Periódica: Desafios e oportunidades

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que, desde o Ensino Fundamental, os alunos desenvolvam competências e habilidades essenciais para a aprendizagem significativa dos conceitos fundamentais da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que, posteriormente, serão aprofundados durante o Ensino Médio [8].

No entanto, a implementação efetiva dessas diretrizes enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito ao ensino de conceitos complexos, como a Tabela Periódica.

O ensino de Ciências, particularmente a Química, é frequentemente considerado um dos mais desafiadores e impopulares entre os alunos. A Tabela Periódica, um dos pilares do ensino de Química, exige uma compreensão, não apenas de suas propriedades e organização, mas também de sua relevância no contexto científico e cotidiano. Muitos alunos chegam ao Ensino Médio com uma compreensão superficial ou distorcida dos conceitos químicos, o que pode ser atribuído a uma série de fatores, incluindo metodologias de ensino inadequadas, falta de conexão com a vida real e ausência de um letramento científico robusto durante os anos anteriores de escolaridade [7].

Os estudantes frequentemente expressam resistência ao abordar a Tabela Periódica, manifestando preocupações, como, "é necessário decorar a tabela toda?" ou "para que serve essa tabela que vimos ano passado?" Essas reações indicam, não apenas falta de interesse, mas também uma desconexão entre o conteúdo ensinado e sua aplicação prática. Essa situação evidencia a necessidade de uma abordagem pedagógica que, não apenas transmita informações, mas que também envolva os estudantes no processo de aprendizagem ativo e significativo.

A partir da teoria do conhecimento pedagógico de conteúdo de [1] e da compreensão de como se organiza, estrutura, implementa e comunica os resultados de uma pesquisa científica, na área de ensino de ciências, é fundamental que os professores reflitam sobre a prática e busquem metodologias que promovam um ensino mais engajador e contextualizado. Isso inclui a utilização de recursos didáticos variados, a promoção de discussões em sala de aula que conectem a Tabela Periódica a fenômenos do cotidiano e a implementação de atividades práticas que permitam aos alunos explorar e experimentar os conceitos químicos, de forma mais concreta.

Neste sentido, a formação continuada dos professores, aliada a uma reflexão crítica sobre a prática pedagógica, torna-se essencial para superar os desafios do ensino de Ciências e dar suporte, para que os alunos desenvolvam um entendimento profundo e significativo da Tabela Periódica e outros conceitos fundamentais.

A construção de um ambiente de aprendizagem que valorize a curiosidade, a investigação e a aplicação prática do conhecimento é crucial para formar cidadãos críticos e bem informados, capazes de compreender e interagir com o mundo científico que os cerca.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia da pesquisa fundamenta-se nas contribuições de [12] que consideram o estado do conhecimento como um dos aspectos mais relevantes para a investigação, ampliando a perspectiva do pesquisador sobre o tema e orientando os passos a serem seguidos durante o estudo, o que enriquece a pesquisa.

Nesse contexto, foi desenvolvida a construção do Estado de Conhecimento, que oferece um mapeamento dos trabalhos já realizados, reforçando a relevância do objeto de pesquisa. Nosso estudo ancora-se na abordagem qualitativa que, segundo [5], se baseia em uma perspectiva interpretativa, focada no significado das ações, buscando compreender o que é captado ao longo do processo.

Para a coleta de informações, foi consultada a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), com o recorte temporal de 2019 a 2023, período que se justifica em razão da comemoração dos 150 anos da criação da Tabela Periódica de Mendeleiev (1869).

Durante a busca, foram utilizados os seguintes descritores: “conhecimento pedagógico do conteúdo tabela periódica”, resultando em 27 trabalhos, dos quais apenas 1 abordava o conhecimento e o ensino da tabela periódica; “saberes profissionais, ensino de tabela periódica”, que gerou 11 trabalhos, nenhum tratava do ensino da tabela periódica; e “tabela periódica, ensino de

ciências”, que resultou em 273 trabalhos, dos quais 2 dissertações discutiam o ensino da tabela periódica nas aulas de Ciências, selecionados a priori para compor o quadro e posterior análise.

Os aspectos observados na codificação e tabulação dos dados incluíram o tema, teóricos basilares, campo, tipo e abordagem de pesquisa, instrumento de coleta e análise de dados. Durante a análise, buscou-se compreender o sentido do discurso, utilizando a análise de conteúdo de [13] que se concentra nos significados.

Resultados e Discussões

A investigação das dissertações permitiu identificar tendências e padrões que emergem do campo do ensino de Ciências, com ênfase nos conceitos de Tabela Periódica. Foram discutidas e destacadas as categorias mais frequentes, abordadas nas pesquisas, destacando a relevância para a prática pedagógica e a formação docente. Essa análise busca, não apenas compreender o estado atual do conhecimento sobre o tema, mas também identificar lacunas e oportunidades para futuras investigações, como destaca o Quadro 1.

Estudo (autor/ano)	Tema/Assunto	Principais Referenciais Teóricos	Campo de investigação/ fonte de informações	Tipo de pesquisa e Abordagem	Coleta de dados e Metodologia de análise
[15]	Tecnologia da Informação e Comunicação no Ensino de Tabela Periódica;	Prensky (2001) Jenkins (2009) Ausubel (1963)(2003)	26 alunos matriculados na turma do 9º ano do EF do turno vespertino - Colégio da rede pública estadual de ensino localizado no município de Aracaju/SE;	Descritiva; Investigação sobre a prática; Abordagem Qualitativa.	Etapas para investigação sobre a prática (Ponte, 2002); Interpretação dos Dados e Divulgação dos Resultados - Adaptação da Análise de Conteúdo de Bardin (1977).
[17]	Tecnologia da Informação e Comunicação em sala de aula; Desenvolvimento Cognitivo; Metodologias Ativas;	Piaget (1972) Vygotsky (1998) Leite (2015)	Duas turmas de 1º Ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual Santa Rita/PR; Turma A e B - com 22 e 23 alunos respectivamente.	Pesquisa Ação; Abordagem Qualitativa.	Sequência de Atividades: Questionários com perguntas abertas e fechadas; Para análise dos dados utilizou-se o método comparativo (Gil, 2008);
[19]	Aprendizagem Significativa; Ensino de	Ausubel(1963) Moreira (2012)	Estudantes do Ensino Fundamental II;	Pesquisa Descritiva; Abordagem	Sequência de Atividades: Questionário para os Estudantes e professores.

	Tabela Periódica;	Ramos (2009)	Professores da Escola Básica (ex-alunos do Programa de Pós Graduação no Ensino de Ciências da Natureza – PPECN).	Qualitativa.	Não informa como foi feita a análise dos dados.
--	-------------------	--------------	--	--------------	---

Quadro 1- Estado do Conhecimento (2019 - 2013) – BDTC, 2024.

Na categorização das temáticas, observou-se que as mais frequentes nas pesquisas em destaque relacionam-se ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), em sala de aula, visando promover uma aprendizagem ativa entre os estudantes [14].

A dissertação de [15] exemplifica essa abordagem, ao propor atividades que incorporam as TICs no ensino da Tabela Periódica, utilizando não apenas smartphones, mas também as redes sociais dos estudantes, como estratégia para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

Nesta perspectiva, a pesquisa revela uma carência de estudos que integrem saberes profissionais com os conhecimentos pedagógicos específicos para o ensino da Tabela Periódica. Observa-se uma ênfase maior em sequências didáticas e na aplicação de tecnologias da informação, em detrimento de uma abordagem mais holística.

Em relação às tendências teóricas, a aprendizagem significativa destaca-se nos estudos de [15] e [19], tendo como referência os estudos de [16], como uma abordagem crucial no ensino. Segundo o autor, essa forma de aprendizagem ocorre quando um novo conhecimento se conecta a conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo. No entanto, poucos estudos abordam diretamente os conhecimentos pedagógicos de conteúdo relacionados a essa temática. Nenhuma das pesquisas analisadas apresenta autores que tratam especificamente do nosso objeto de estudo, sobre os conhecimentos pedagógicos de conteúdo apontados por [1].

Quanto às tendências de campo, os descritores foram direcionados à área do Ensino de Ciências, Anos Finais e conhecimentos pedagógicos de conteúdos, resultando em um ambiente de coleta de dados que se relaciona estritamente ao contexto escolar.

As pesquisas utilizaram, como campo de estudo, estudantes, professores ou a própria prática docente. Isso justifica a abordagem qualitativa, predominante nas pesquisas analisadas, conforme afirmam [4], quando destacam que esse tipo de abordagem é comum em pesquisas educacionais, onde o participante se mantém o mais próximo possível do objeto estudado. Os autores também ressaltam que a coleta de dados descritivos é predominantemente baseada em relatos pessoais, situações e eventos, incluindo entrevistas estruturadas ou semiestruturadas, que são comuns nos

trabalhos analisados, permitindo ao pesquisador considerar o maior número possível de elementos na situação em estudo.

A análise dos dados varia entre os estudos revisados. Na dissertação de [17], a análise é realizada com base no Método Comparativo, conforme aponta [18], visando esclarecer as similaridades ou diferenças nos resultados obtidos por meio dos questionários.

Nesse contexto, a coleta de dados deve ser realizada com rigoroso controle para garantir um maior grau de confiabilidade nos resultados. Por outro lado, o trabalho de [15] utiliza o método da Análise de Conteúdo, destacado por [13], tanto para o tratamento dos dados, quanto para a análise de conteúdo.

Segundo a autora, a categorização ou agrupamento dos dados é um método amplamente utilizado, inclusive na metodologia desenvolvida neste trabalho de Estado do Conhecimento, permitindo uma discussão adequada dos dados [13, p.148].

Considerações Finais

O estado do conhecimento amplia significativamente as possibilidades de desenvolvimento em relação ao objeto de pesquisa. Permite justificar a necessidade do estudo, identificar lacunas e conceitos previamente não considerados, dentre outros aspectos.

Existem diversas pesquisas sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), baseadas nas concepções de [1,3, 9], no entanto, para este artigo, não foram localizadas pesquisas que abordem especificamente os conceitos da Tabela Periódica.

Embora existam dissertações tratando da temática do PCK, nenhuma delas se detém nesse conceito específico. Essa ausência destaca a necessidade de refletir sobre quais conhecimentos pedagógicos estão sendo mobilizados pelos professores de Ciências para ensinar o conceito de Tabela Periódica, conforme prescreve a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando propõe o desenvolvimento de competências e habilidades junto aos estudantes na Educação Básica.

Outro aspecto refere-se às possíveis contribuições da pesquisa em andamento, no sentido de trazer um novo olhar sobre o ensino dos elementos básicos que compõem a tabela periódica, contribuindo para o aprimoramento dos conhecimentos pedagógicos, no sentido de mediar o processo de ensino e aprendizagem, junto aos professores e estudantes do Ensino Fundamental.

A ausência de trabalhos que discutem especificamente sobre a temática indica a escassez de pesquisas que carecem de investigação e precisam ser ampliadas e discutidas entre os pares, no chão da escola, como forma de instigar o letramento científico, melhorar a qualidade do ensino e ofertar aos estudantes um ensino de qualidade.

Referências

- [1] SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching”. Educational Researcher, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 4, p. 4-14, 1986.
- [2] FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. Estudos Avançados. v. 32, n. 94, p. 205-224, 2018.
- [3] FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. Estudos Avançado Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. Atas do VIII ENPEC. v. 1. p. 1-12. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.
- [4] LUDKE, M.; ANDRÉ, M. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. 2. Ed Rio de Janeiro: E.P.U, 2022.
- [5] SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. Metodologia de Pesquisa. São Paulo, 2013.
- [6] ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. Cadernos de Pesquisa, n. 113, p. 51-64, 2001.
- [7] CARVALHO, L. S.; AZEVEDO, L. G.; GUIMARÃES, A. P. M.; Avaliação qualitativa e quantitativa do uso do jogo da memória no ensino de tabela periódica. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 6, e086720, Amazonas, 2020.
- [8] BRASIL. MEC. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- [9] GROSSMAN, P. L. The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education. New York: Teachers College Press, 1990.
- [10] HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSKI, A. (Eds.). Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers’ Knowledge for Teaching Science. Springer Nature Singapore, 2019.
- [11] CARLSON, J.; DAEHLER, K. R. The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers’ Knowledge for Teaching Science. p.77-92. 2019.
- [12] MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. Editor Maria Inês Côrte Vitoria, PUCRS. Educação por escrito, v. 5, n. 2, p. 154-164, jul.-dez. Porto Alegre. 2014.
- [13] BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- [14] LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. Revista Internacional de educação Superior. Campinas/SP, v.4, p. 580-609, 2018.

- [15] SILVA, P. P. “Cultura da convergência aplicada ao ensino da tabela periódica”. Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. 112f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe. 2020.
- [16] AUSUBEL, D. P. The Psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune and Stratton, 1963.
- [17] RODRIGUES, I. A. “O uso das TICs como estratégia para promover o conhecimento em tabela periódica.” Mestrado Profissional. 173f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2019.
- [18] GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [19] GRIÕN, T. B. “A Tabela Periódica em quadrinhos: atividades lúdicas no Ensino de Ciências”. 2022. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza)-Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói,2022.