

“Para não ser um professor do século passado”: uma revisão sobre os 150 anos da tabela periódica e a aprendizagem móvel em química

“To not be a teacher of the last century”: a review on the 150 years of periodic table and the mobile learning in chemistry

“Para no ser uno maestro del siglo pasado”: una revisión de los 150 años de la tabla periódica y la aprendizaje móvil en química

Recebido: 07/04/2020 | Revisado: 17/04/2020 | Aceito: 21/04/2020 | Publicado: 22/04/2020

John Wesley Grando

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0256-3184>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: wesleygrando@gmail.com

Maria das Graças Cleophas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5611-2437>

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Brasil

E-mail: maria.porto@unila.edu.br

Resumo

O ano de 2019 foi escolhido pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 2016) como o ano internacional da Tabela Periódica, levando em consideração o seu ‘aniversário’ de 150 anos. Com esse século e meio de evoluções nesse instrumento e no seu uso para o ensino de Química, questiona-se como podemos abordar os conceitos envolvidos de forma que evitemos ser “um professor do século passado”, parafraseando Kalinke (1999). Nesse artigo, buscou-se construir um levantamento de aplicativos para *smartphones* Android que possam ser utilizados para a construção de conhecimentos relacionados à temática da Tabela Periódica. Salienta-se que foram selecionados dez aplicativos da loja do sistema operacional Android, buscando pelos termos ‘Tabela Periódica’, ‘Aplicativos’ e ‘Jogos’, destacando que os aspectos de identificação, técnicos e conceituais foram analisados. Sugestões de utilização e as principais funcionalidades dos aplicativos selecionados foram apresentadas para a comunidade docente, a fim de que esta entre em um primeiro contato com essas tecnologias e seja estimulada a abordá-las em seus momentos de construção de conhecimentos.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; Aplicativos; Tabela periódica.

Abstract

The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC, 2016) established 2019 as the international year of the Periodic Table, taking into account its 150-year "anniversary". With this century and a half of evolutions in this instrument and its use for teaching chemistry, we questioned how we can approach the concepts involved so that we avoid being a teacher of the last century, paraphrasing Kalinke (1999). In this article, we aim to make an inventory of apps for Android smartphones that can be used to build knowledge related to the periodic table. Ten applications from the Android operating system store were selected, searching for the terms 'Periodic Table', 'Applications' and 'Games'; the identification, technical and conceptual aspects were analyzed. Suggestions of use and main functionalities of the apps were marked for the teaching community, in order to make a first contact with these technologies and be stimulated to approach them in moments of knowledge construction.

Keywords: Digital technologies; Apps; Periodic table.

Resumen

El año 2019 fue elegido por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, 2016) como el año internacional de la Tabla Periódica, teniendo en cuenta su 150 aniversario. Con este siglo y medio de evolución en este instrumento y su uso para la enseñanza de la Química, se cuestiona cómo podemos abordar los conceptos involucrados de una manera que evitemos ser "un maestro del siglo pasado", parafraseando a Kalinke (1999). En este artículo, buscamos crear una encuesta de aplicaciones para smartphones Android que se pueda utilizar para generar conocimiento relacionado con el tema de la Tabla Periódica. Cabe señalar que se seleccionaron diez aplicaciones de la tienda del sistema operativo Android, buscando los términos 'Tabla Periódica', 'Aplicaciones' y 'Juegos', destacando que se analizaron los aspectos de identificación, técnicos y conceptuales. Se presentaron sugerencias de uso y las principales funcionalidades de las aplicaciones seleccionadas a la comunidad docente, para que entre en un primer contacto con estas tecnologías y se aliente a abordarlas en sus momentos de construcción del conocimiento.

Palabras clave: Tecnologías digitales; Aplicaciones; Tabla periódica.

1. Introdução

Há 150 anos, o químico russo Dmitri Mendeleiev, talvez, em anedotismo, cientista com maior número de traduções distintas de seu sobrenome (Mendeleiev, Mendeleev, Mendelejew, Mendeléyev), de maneira romantizada, conforme Strathern (2002), dormia e sonhava com o esboço que se tornaria, posteriormente, uma ferramenta fundamental na compreensão e no ensino de Química no mundo inteiro.

De acordo com um site desenvolvido pela própria União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 2018), no ano de 2019, além de se comemorar o Ano Internacional da Tabela Periódica, é também lembrado o ‘aniversário’ de 150 anos da construção da primeira tabela periódica aceita cientificamente, proposta simultaneamente pelos cientistas Dmitri Mendeleiev (Rússia, 1834-1907) e Julius Lothar Meyer (Alemanha, 1830-1895), em forma de Lei Periódica dos Elementos.

No entanto, cabe destacar que antes da apresentação oficial da tabela periódica por Mendeleiev em 1869, ocorreu, nove anos antes, o primeiro congresso internacional de químicos na cidade de Karlsruhe, na Alemanha. Na ocasião, o futuro ‘pai’ da tabela periódica estava presente e teve acesso a um artigo de Stanislao Cannizzaro (1826–1910) que travava de discussões sobre o peso dos átomos dos elementos químicos. Certamente, este artigo foi decisivo para auxiliar Mendeleiev a organizar sua tabela que continha, inicialmente, 63 elementos já conhecidos pela comunidade científica (Scerri, 2015; Donald, 2019).

No entanto, longe de trazermos uma discussão histórica sobre os primórdios da tabela periódica, estamos mais preocupados com a atualidade e os seus desdobramentos tecnológicos em prol da educação. Como sabemos, depois de um século e meio da construção e do aperfeiçoamento das ideias que levaram a idealização da Tabela Periódica, ela faz parte do currículo básico do ensino de Química, e sua importância é basilar como instrumento de apoio de diversas outras ciências. No campo educacional, seu uso é recomendado como conteúdo programático no Ensino Fundamental II (Brasil, 1998) e no Ensino Médio no Brasil (Brasil, 2002), já no início do estudo das substâncias.

Devido a sua importância já mencionada para diferentes contextos, percebe-se, que se torna indiscutível a necessidade de conhecer as tendências gerais da tabela periódica e algumas das propriedades e características dos elementos durante o processo de ensino e aprendizagem da Química. Diante disso, levantamos o seguinte questionamento: como o professor desse século pode abordar esse construto de ideias sobre a organização dos elementos químicos? Como descarregar a fonte/bateria histórica que se tem relacionada ao ensino da Tabela Periódica?

Uma reflexão analítica trazida pelo professor Marco Aurélio Kalinke (1999) em seu livro “Para não ser um professor do século passado”, sugere que as metodologias e estratégias de ensino sejam atualizadas, o que corrobora com um mundo de constantes avanços tecnológicos disponíveis para auxiliar a comunidade, buscando fazer com que o professor saia de uma mesmice histórica atribuída à categoria.

Dentro do ensino dos conceitos que envolvem a Tabela Periódica, em muitos artigos recentes pesquisados, como Bonifácio (2012), Santos & Eichler (2016) e Crisóstomo et al. (2018), a necessidade de inovação nas abordagens relacionadas mostra-se profundamente ligada ao processo de construção do conhecimento em Química.

Abordagens trazidas por outros autores pesquisados, dentre os quais Libman e Huang (2013) e Nichele e Schlemmer (2014), sugerem que o uso das novas tecnologias disponíveis, como representativamente as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), aliadas ao conceito de aprendizagem ubíqua (onipresente), promovida pela Aprendizagem Móvel (m-learning), são poderosas ferramentas no incremento das tratativas relacionadas aos momentos pedagógicos envolvendo a Química.

Nessa seara, mais um questionamento se torna muito pertinente quando é realizado esse levantamento histórico: quais são os aplicativos móveis (apps) que podem auxiliar no processo de construção de conceitos químicos quando se utiliza a Tabela Periódica para ensiná-los?

Nesse viés, o intuito desse artigo é realizar um inventário de alguns aplicativos disponíveis para dispositivos móveis, tais como tablets e smartphones, a fim de que possam ser usados no processo de ensino relacionado a conceitos que envolvam a Tabela Periódica.

Vale ressaltar que o propósito dessa pesquisa, em que o público-alvo consiste de professores e estudantes do Ensino Médio, foi realizar um levantamento de aplicativos gratuitos e em Língua Portuguesa (devido ao ‘excessivo’ número de aplicativos encontrados durante a prospecção e inventariação dos apps).

2. Metodologia

Este estudo, de natureza qualitativa, foi realizado a partir da pesquisa exploratória (Gil, 2008), utilizando a análise direta do objeto de estudo (aplicativos sobre Tabela Periódica) e, posterior, levantamento e investigação sobre os dados secundários. Assim, após a coleta dos apps selecionados, iniciou-se a análise de cada um deles. Ao todo, foram investigados dez aplicativos voltados para a temática foco desse estudo.

Antes de listar os aplicativos, foi importante estabelecer um vínculo entre os 150 anos de desenvolvimento da Tabela Periódica e o uso de novas metodologias e estratégias de ensino. Essa análise tornou-se muito interessante quando integrada à discussão proposta pelo título do livro analisado, “Para não ser um professor do século passado” (Kalinke, 1999), em que pôde se estabelecer a relação entre o uso de novas tecnologias, requisitadas pela

sociedade em constante desenvolvimento, e o evento em alusão ao aniversário de um século e meio da Tabela Periódica proposto pela IUPAC.

Após essas reflexões, pretendeu-se pesquisar aplicativos, dentro da loja do sistema operacional *Android*, que envolvessem conceitos ligados ao ensino da Tabela Periódica. Para tanto, os termos utilizados para a pesquisa se resumiram à ‘Tabela Periódica Aplicativos’ e ‘Tabela Periódica Jogos’.

Para justificar a pesquisa em um campo específico de aplicativos (apenas a loja do sistema operacional *Android*), os autores defendem duas situações: 1) é preciso estar imersos no campo de pesquisa e, como havia o acesso facilitado apenas a loja *Play Store* devido à compatibilidade do *smartphone* utilizado na pesquisa, optaram por realizar a prospecção apenas nesse campo e, por fim, 2) há uma suposição que se fundamenta na experiência dos autores em sala de aula, ou seja, que a imensa maioria dos alunos possuem sistema operacional *Android* em seus *smartphones*.

As categorias construídas durante a pesquisa podem resumir-se a:

a) Ícone, Nome e Desenvolvedor – categoria de identificação e linguagem do aplicativo;

b) Tipo, Tamanho, Última Atualização, Nota Geral da Comunidade de Usuários – categoria de caráter mais técnico e experiencial dos aplicativos. São características atreladas ao catálogo da loja e a resultados das interações dos usuários com eles;

c) Conceitos que podem ser explorados – categoria voltada a subsidiar a escolha dos docentes para a aplicação em determinado momento pedagógico das aulas.

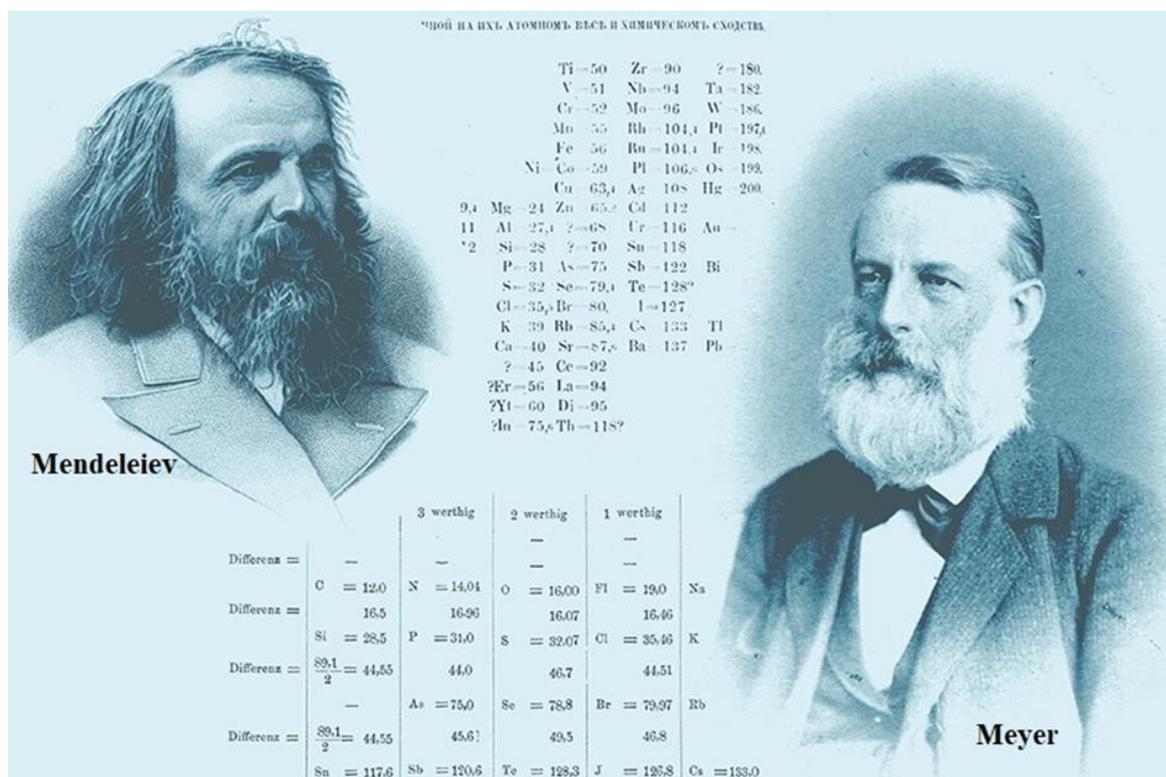
3. 150 anos da Tabela Periódica?

Quando remetemos às festividades promovidas pela IUPAC (2018) acerca dos 150 anos do desenvolvimento da primeira Tabela Periódica aceita pela comunidade científica, estamos considerando os modelos propostos a partir daqueles idealizados pelos cientistas Meyer e Mendeleiev, no ano de 1869.

Conforme é possível observar na Figura 1, cada um criou um sistema periódico dos elementos, gerando assim, uma disputa pelo ‘apogeu’ classificatório dos elementos. Contudo, a primeira versão da tabela de Meyer apareceu em 1864 e a de Mendeleev só veio à tona em 1869. Porém, a história imortalizou Mendeleiev como o propositor único da Tabela Periódica, devido a sua capacidade de prever o surgimento de elementos que preencheriam as lacunas

indicadas por ele. Sem pormenorizar, podemos dizer que a diferença entre os sistemas periódicos reside na ‘ousadia’ de Mendeleiev.

Figura 1 - A disputa de primazia entre Dmitri Mendeleiev e Julius Meyer sobre seus sistemas periódicos concorrentes mostra que na ciência, assim como na vida, o primeiro nem sempre ganha o prêmio.



Fonte: Adaptado de Meyer (2013).

A Figura 1 exibe os dois modelos propostos e revela, indiretamente, que a disputa de primazia entre Dmitri Mendeleiev e Julius Meyer sobre seus sistemas periódicos concorrentes mostra que na ciência, assim como na vida, o primeiro nem sempre ganha o prêmio. Refletindo sobre o exposto, pode se chegar a dados críticos sobre a história dessa ferramenta tão importante para os químicos. Na realidade, conforme pesquisas relacionadas aos períodos e contribuições referentes ao desenvolvimento de um modelo que fosse capaz de classificar elementos, de acordo com o observado em Tolentino et al. (1997) e Özdin et al. (2008), pode-se atribuir ao químico francês Antoine Lavoisier uma primeira tentativa de organização dos elementos cerca de 100 anos antes dos modelos de Mendeleiev e Meyer.

Epistemologicamente raciocinando, atribuir ‘descobertas’ a somente uma determinada pessoa pode demonstrar um caráter profundamente empirista, porém, no Quadro 1, mesmo de modo resumido, é possível observar as contribuições históricas dadas por diversos cientistas

que tinham como ponto convergente o intuito de organizar os elementos nas diversas formas possíveis (anteriores ao modelo da Tabela Periódica mais atual).

Quadro 1 - Contribuições no desenvolvimento da Tabela Periódica até Mendeleiev.

Pesquisador (cientista)	Data	Contribuição
Antoine Lavoisier	1770 1789	Primeira lista em formato extenso, contendo elementos (33) da época. Mais tarde, alguns ‘elementos’ de Lavoisier ‘mostraram-se’ ser compostos e misturas – tendo em vista que Lavoisier considerava o calor e a luz como elementos químicos;
Jöns Jakob Berzelius	1828	Além de introduzir letras para representar os elementos (símbolos), desenvolveu uma tabela com os ‘pesos’ atômicos;
Johann Döbereiner	1829	Observou e construiu o modelo de ‘tríades’ dos elementos (grupos de três elementos que possuíam propriedades similares, tais como: cálcio, estrôncio e bário);
Alexandre Chancourtois	1862	Desenvolveu um modelo no qual os elementos estariam organizados pelos seus ‘pesos’ atômicos de maneira crescente e dispostos em forma de ‘parafuso’, denominando assim como ‘o Parafuso Telúrico de Chancourtois’ – uma dificuldade do cientista quanto a divulgação de seu modelo ocorreu devido a uma falha de impressão em seu artigo, omitindo os diagramas idealizados por ele e dificultando para os pares ‘imaginarem’ como seria disposto esse modelo;
John Newlands	1864	Arranjou uma parte dos elementos conhecidos na época (cerca de 24) em ordem crescente de pesos atômicos e observou semelhanças químicas a cada oito deles, enunciando a ‘lei das oitavas’ – primeira atribuição da palavra ‘periódico’;
William Odling	1864	Realizou um estudo muito próximo ao de Newlands, publicando uma tabela com 57 elementos arrolados de maneira ‘periódica’ – seu modelo, apesar de conciso, é pouco conhecido na pesquisa acadêmica e esse fato parte, possivelmente, do próprio Odling, que decidiu não prosseguir com seus estudos nessa área por julgar a classificação dos elementos menos importante que a ciência fundamental;
Gustavus Hinrichs	1867	Propôs um modelo distinto dos pares de sua época, retratando a periodicidade dos elementos na forma de um ‘círculo periódico’ – constituiu seu modelo de várias bases além da Química, como a Mineralogia, Astronomia, Numerologia, Física e Espectroscopia;
Julius Lothar Meyer	1862 1868 1869	Iniciou seus estudos relacionados à periodicidade dos elementos por volta de 1862, publicando uma tabela na qual compilou 28 elementos químicos e, a partir da periodicidade de algumas características, dentre elas o volume, perfilou-os em ordem crescente de peso atômico. Em 1868, porém, Meyer desenvolveu seu modelo mais aprimorado da Tabela Periódica, vindo a publicar seu estudo apenas 25 anos após formular essa tabela, o que provavelmente contribuiu para que o nome de Mendeleiev fosse eternizado como o ‘pai’ da Tabela Periódica;
Dmitri Mendeleiev	1869	Concomitante com Meyer, Mendeleiev produziu uma tabela baseada nos pesos atômicos, mas arranjou-a ‘periodicamente’, de forma que elementos com propriedades similares ficassem uns embaixo dos outros. O cientista foi capaz até de ‘prever’, observando sua construção, as propriedades e características de outros três elementos ainda não encontrados na época (gálio, escândio e germânio).

Fonte: Adaptado e traduzido de Özdin et al. (2008) e Scerri (2015).

Como se observa no Quadro 1, o conceito de Tabela Periódica foi construído ao longo de anos de estudo, com contribuições de vários cientistas diferentes, mas que investigavam um mesmo problema: a periodicidade dos elementos químicos.

O modelo apresentado por Dmitri Mendeleiev e por Lothar Meyer foi amplamente utilizado, conforme Tolentino et al. (1997), para as bases científicas de sua época. De acordo com Strathern (2002), apesar da incredulidade da comunidade científica, Mendeleiev resistia às pressões, justificando as ausências de alguns elementos no seu modelo a partir de sua intuição química a qual permitia prever as descobertas desses elementos por meio de pesquisas futuras, o que acarretaria, ao longo do tempo, o preenchimento das lacunas em questão.

De fato, conforme o desenvolvimento científico e a ‘descoberta’ dos elementos por ele previstos, seu modelo consolidou-se, porém, assim como havia o constante avanço de pesquisas sobre os elementos, vários pesquisadores debruçaram-se sobre a periodicidade destes, apresentando, de acordo com o que pode se observar no Quadro 2, contribuições significativas para a evolução do modelo de Mendeleiev.

Quadro 2 - Contribuições no desenvolvimento da Tabela Periódica após Mendeleiev.

Pesquisador (cientista)	Data	Contribuição
William Ramsay	1894	Responsável pela construção do conhecimento sobre os gases nobres e sua inserção nos modelos periódicos;
Henry Moseley	1919	Determinou o número atômico dos elementos e propôs que ele fosse utilizado para a organização na ‘Lei Periódica’, que até então utilizava os pesos atômicos (propostos por Mendeleiev e Meyer);
Glenn Seaborg	1940	Sintetizou elementos transurânicos (os que vêm após o urânio).

Fonte: Adaptado e traduzido de Özdin et al. (2008).

As contribuições dispostas no Quadro 2 mostram o caráter ‘evolucionista’ da Ciência. Das contribuições acima, certamente, a mais enfática foi a de Moseley devido à reorganização dos elementos propostos na tabela de Mendeleiev, pois, até então, eles estavam organizados por ordem crescentes dos seus pesos atômicos relativos. Contudo, a ‘reestruturação’ da tabela começou em 1913 com quando Moseley iniciou estudos sobre experimentos com raios-X. E, em 1919, doze anos após a morte de Mendeleiev, a peça final do quebra-cabeça se encaixou. A tabela periódica passou a ter seus elementos organizados em função do seu número atômico, ou seja, o número de prótons presentes no núcleo de um átomo de um elemento químico.

É importante ressaltar, pedagogicamente, que os conhecimentos relacionados à construção da Tabela Periódica estão constantemente sendo modificados e atualizados de acordo com os avanços realizados pela comunidade contemporânea de cientistas. Por exemplo, não há muito tempo, a IUPAC recomendou que novos elementos, sintetizados a partir de processos experimentais radioativos, recebessem novos nomes e símbolos químicos.

Em 2012, houve a inserção dos elementos de nomes Fleróvio [Fl] e Livermório [Lv] (IUPAC, 2012). Já quatro anos mais tarde, em 2016, foi a vez dos elementos Nihônio [Nh], Moscóvio [Mc], Tennesso [Ts] e Oganessônio [Og] serem inseridos na Tabela Periódica (IUPAC, 2016). Diante do exposto, fica um apontamento dos autores para incrementar os momentos pedagógicos envolvidos nesse campo de ensino, no qual o professor pode abordar e discutir essa constante evolução para vencer as barreiras históricas no ensino de Ciências, principalmente no que concerne à Química, na sala de aula.

Porém, como os professores podem fazer para ‘inovar’, no sentido mais estrito, os modos de ensinar e promover a construção de conhecimentos sobre a Tabela Periódica com seus alunos na atualidade?

4. O que Fazer ‘Para Não Ser um Professor do Século Passado’? – Sugestões Para o Ensino da Tabela Periódica Utilizando os Dispositivos Móveis dos Alunos em Sala de Aula

Não podemos dizer que existem manuais que possibilitam ensinar os professores a trabalhar de maneira efetiva e a dar uma boa e contextualizada aula, salientando que ao se encontrar manuais desse tipo é sempre importante ser crítico quanto ao seu conteúdo, afinal a práxis (prática aliada à teoria) docente é conquistada e evoluída a cada dia dentro de sala, não sendo resultado da mnemônica de um manual, mas sim da construção e análise de experiências pelo professor.

Alguns livros, como o de Kalinke (1999), podem nos auxiliar a trazer questionamentos e reflexões sobre a prática da construção do conhecimento e, assim, a repensar sobre como podemos efetivamente mudar os processos de ensino e aprendizagem.

Para este autor, o pilar da mudança nas aulas de um professor do novo século é a inserção das novas tecnologias em sala de aula, pois sabemos que elas avançam cada dia mais de modo célere, e que podem ser utilizadas como ferramentas didáticas para auxiliar o professor e o aluno nas diversas áreas do conhecimento.

Dentro da perspectiva desse artigo, confeccionou-se, conforme observa-se na Tabela 1, um levantamento constando aplicativos voltados para smartphones que possam ser utilizados no auxílio da construção de conhecimentos relacionados à Tabela Periódica.

Para a análise dos aplicativos, julgou-se mais adequado dividi-los pela categoria ‘Tipo’, que pode ser desdobrada em dois componentes principais, compreendendo assim: Tabelas Periódicas Interativas/Digitais e Jogos/*Quizzes* da Tabela Periódica. Essa categorização surgiu a partir da verificação, pelos autores desse artigo, de que esses dois tipos são mais comuns em termos de produção e disponibilização dos apps.

Apesar de apresentar inúmeras opções, vale sempre lembrar que, como as evoluções dentro da aprendizagem móvel são constantes, há a possibilidade de alguns desses aplicativos apresentados serem, com o passar do tempo, retirados da loja e, em oposição à isto, outros serem inseridos, mas, mesmo assim, os professores podem manter sempre atualizadas suas bases de aplicativos, executando periodicamente pesquisas relacionadas que possibilitem a repaginação de suas práticas de ensino, pautadas com o uso das tecnologias móveis.

Os links que encaminham as informações e ambientes para download dos aplicativos pesquisados na Tabela 1 podem ser verificados e acessados a partir do Apêndice I desse artigo, destacando que visamos disponibilizá-los para facilitar o processo de contato e utilização dos mesmos.

Tabela 1. Aplicativos de Tabela Periódica pesquisados.

Nº.	ÍCONE	NOME	DESENV.	TIPO	TAM.	ATT.	NOTA
1		Tabela Periódica 2019 - Química	August Software	Tabela Periódica Interativa/Digital	25 MB	26/05/2019	4,9/5,0
2		Tabela Periódica 2019	JQ Soft	Tabela Periódica Interativa/Digital	33 MB	06/02/2019	4,5/5,0
3		Tabela Periódica dos Elementos - Modern PTE	Daluz Software	Tabela Periódica Interativa/Digital	25 MB	05/12/2018	4,8/5,0
4		Tabela Periódica Educalabs	Panapps Ltda.	Tabela Periódica Interativa/Digital	42 MB	14/04/2019	4,5/5,0
5		RApp Chemistry (A): AR	Juan C. Muñoz	Tabela Periódica Interativa/Digital	52 MB	11/03/2017	4,5/5,0
6		Quiz Tabela Periódica	Paridae	Jogo/Quizzes da Tabela Periódica	16 MB	10/01/2019	4,5/5,0
7		XeNUBi	Secretaria de Educação à distância - UFRGS	Jogo/Quizzes da Tabela Periódica	42 MB	18/08/2016	4,6/5,0
8		Elementos químicos e tabela periódica: Nomes teste	Andrey Solovyev	Jogo/Quizzes da Tabela Periódica	25 MB	23/04/2018	4,6/5,0
9		Jogos da Tabela Periódica Completa	Techjambo	Jogo/Quizzes da Tabela Periódica	58 MB	17/10/2018	4,5/5,0
10		Quiz da Tabela Periódica	Sean Burnham	Jogo/Quizzes da Tabela Periódica	59 MB	02/05/2019	4,7/5,0

Fonte: Os autores, 2019.

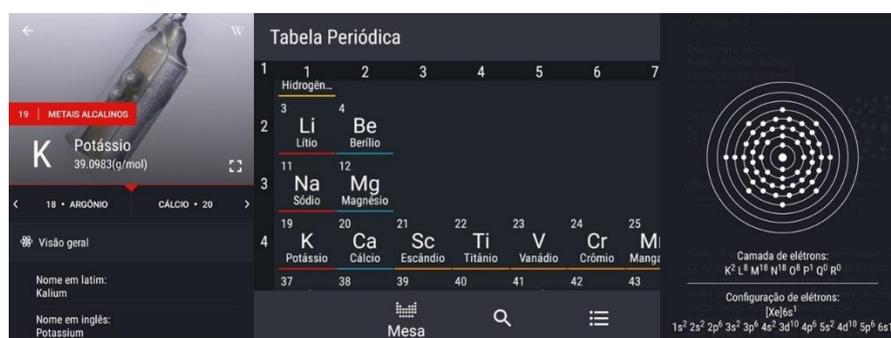
Nota: Número (Nº.), Desenvolvedor (DESENV.), Tamanho (TAM.), Última Atualização (ATT.) e Nota Geral da Comunidade de Usuários (NOTA) e Megabyte (MB).

A Tabela 1 visa demonstrar algumas características e trivialidades relacionadas aos aplicativos pesquisados. É possível inferir algumas informações primárias quando se observam os apps selecionados, como por exemplo o fato de serem aplicativos desenvolvidos recentemente e/ou que possuem atualizações periódicas frequentes. Outro dado a se considerar é relativo às notas de avaliações dos apps, sendo que todos apresentam nota satisfatória – acima de 4,5 pontos de 5,0 possíveis. Como um dos intuits desse artigo é trazer sugestões de aplicativos para os professores e estudantes, é possível observar, também, que foi levantado o espaço necessário para instalação nos dispositivos móveis, tendo em vista o planejamento relacionado com o *download* e manutenção desses apps nos *smartphones*.

5. Tabelas Periódicas Interativas/Digitais

Os aplicativos pesquisados nessa categoria são visualizações mais elaboradas e interativas da Tabela Periódica dos elementos e contém algumas propriedades específicas apresentadas para incrementar a pesquisa e análise dos elementos. Iniciando as discussões sobre esses aplicativos, é possível observar na Figura 2 algumas capturas de telas do app de número 1.

Figura 2 – Captura de telas do aplicativo 1.

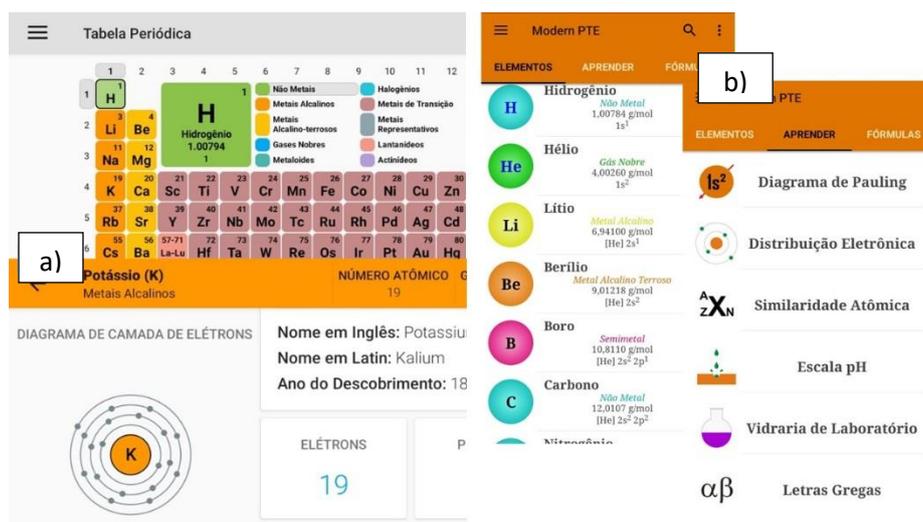


Fonte: Os autores (2019).

A partir da Figura 2 podemos analisar que esse aplicativo apresenta imagens de exemplo de como estão caracterizados os elementos no ambiente, bem como é possível observar uma Tabela Periódica atualizada na qual, quando se seleciona determinado elemento, são mostradas suas características físico-químicas e um pequeno modelo de como é a distribuição eletrônica desse elemento.

A Figura 3 apresenta capturas de telas de outros dois aplicativos que possuem funções semelhantes.

Figura 3 – Captura de telas dos aplicativo 2 e 3.



Fonte: Os autores (2019).

Nota: a) aplicativo 2; b) aplicativo 3.

Conforme a Figura 3 ilustra, o aplicativo 2 (Fig. 3a) apresenta uma Tabela Periódica atualizada e com a diagramação colorida, modelo que pode ser interessante para abordagens relacionadas aos grupos dessa tabela; é possível observar, também, os modelos das distribuições eletrônicas e algumas informações sobre o elemento selecionado. Já o aplicativo 3 (Fig. 3b) traz uma tabela em forma de lista, apresentando algumas outras funcionalidades distintas, como o Diagrama de Linus Pauling, Similaridades Atômicas, Escala de pH e, até mesmo, um alfabeto grego.

Assim, esses 3 apps analisados anteriormente constituem-se, basicamente, de uma Tabela Periódica atualizada em duas dimensões, nas quais ao clicar sob determinado elemento, se tem uma janela com várias informações sobre ele. Dentro dessas informações, ainda para esses três aplicativos, é possível verificar, por exemplo, o modelo geométrico do átomo (núcleo com eletrosfera, conforme modelo atômico de Bohr), a configuração eletrônica do elemento, propriedades físicas (temperaturas de fusão e ebulição), massa e número atômicos, data e local de descoberta, bem como o nome e o símbolo desses elementos.

Numa perspectiva exploratória e histórica, os professores podem integrar análises, no sentido de incorporar o propósito da existência da Tabela Periódica, o fato de ser uma facilitadora e um instrumento de pesquisa que reúne várias informações importantes, o que pode tornar interessante e estimular o estudante a explorar mais sobre o assunto.

Na perspectiva da Figura 4, os estudantes são apresentados a um modelo tridimensional da tabela, presente no aplicativo 4, o qual permite se organizar em diversas visualizações diferenciadas dos elementos (a partir do modelo ‘tradicional’, no modelo

‘extenso’ da tabela, no modelo ‘linear’). Ao clicar sobre determinado elemento, o comportamento é muito semelhante ao dos apps 1, 2 e 3, apresentando diversas propriedades químicas, físicas e a visualização do átomo.

Figura 4 – Captura de telas do aplicativo 4.



Fonte: Os autores (2019).

Como é possível se observar na Figura 4, esse aplicativo tem como objetivo dinamizar a ótica com a qual visualizamos a Tabela Periódica, aproveitando de recursos de visualização virtual em três dimensões para explorar apontamentos e observações que não seriam possíveis em um modelo bidimensional. Contudo, é relevante que o professor observe as fontes das informações dentro do aplicativo, bem como se as animações em três dimensões representam fidedignamente, ou, pelo menos, buscam representar o comportamento e informações contundentes sobre aqueles elementos.

A Figura 5 apresenta algumas imagens relacionadas ao aplicativo 5. No caso desse app, a proposta é um pouco distinta das demais, pois utiliza a Realidade Aumentada (RA).

Figura 5 – Captura de telas do aplicativo 5.



Fonte: Os autores (2019).

Como pode se analisar pela Figura 5, ao instalar o app 5 é fornecido um arquivo para impressão¹, com vários códigos QR e, quando impressos e combinados com as câmeras dos *smartphones* (que estão instaladas no aplicativo), são projetados conteúdos multimídias sobre esses códigos. Dessa forma, trabalhando com os elementos representativos e de transição (‘famílias A e B’, respectivamente) da Tabela Periódica, podemos visualizar, a partir do aplicativo, conteúdos como o átomo, o nome, o símbolo químico, a massa e a distribuição eletrônica dos elementos presentes, auxiliando, dessa forma, no contato e na aplicabilidade dos diversos conceitos que precisam de construtos teóricos sobre a Tabela Periódica para serem, posteriormente, abordados e discutidos durante as aulas, relacionados à instrução química desses conteúdos.

É importante citar que o professor deve sempre testar os aplicativos e mediar a experiência conjuntamente aos estudantes, para, assim, extrair melhor e adequadamente as informações e conceitos interessantes para as aulas relacionadas, promovendo, dessa forma, um desenho pedagógico que seja viável e intencionalmente planejado para a inserção da ferramenta em sala de aula.

6. Jogos/*quizzes* da Tabela Periódica

Para evitar uma classificação mais minuciosa quanto ao conceito de jogo e *quiz*, pretendeu-se pesquisar aplicativos que pudessem apresentar conceitos da Tabela Periódica em formato diferenciado e abordassem o aspecto lúdico, com enfoque no uso dos conceitos envolvidos nas aulas de Química.

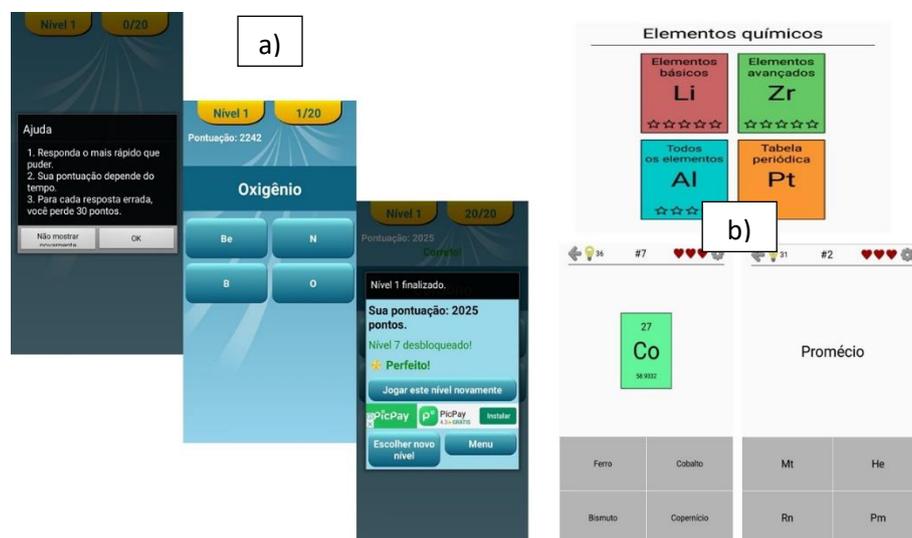
Nesse caso, verificou-se que todos os aplicativos testados pelos autores possuem, de alguma forma, um caráter mnemônico bastante marcante, ou seja, em sua maioria, promovem jogos de memória e adivinhação para que os estudantes ‘decorem’ a Tabela Periódica. No entanto, sabe-se que essa abordagem é pouco aceita em uma aula que pretenda fugir do ‘tradicionalismo’ escolar, mas a justificativa para usar aplicativos pode estar pautada na capacidade de facilitar o contato entre o aluno e os conceitos da tabela de maneira mais ‘divertida’ que a tradicional ‘decoreba’.

Quando em teste, os aplicativos apresentaram funções e jogos muito similares. Dentre eles, os vários modelos são compreendidos dentro das categorias de ‘pergunta e resposta’, em que é apresentada, por exemplo, uma ilustração com o símbolo químico e, em seguida,

¹ Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1ZUAERUKrH4TrkbIOBMEB0SDdkWCtfr8J>

pergunta-se o nome ou número atômico de determinados elementos (e vice-versa). Na Figura 6 é possível se observar algumas telas relacionadas aos aplicativos 6 e 8.

Figura 6 – Captura de telas dos aplicativo 6 e 8.



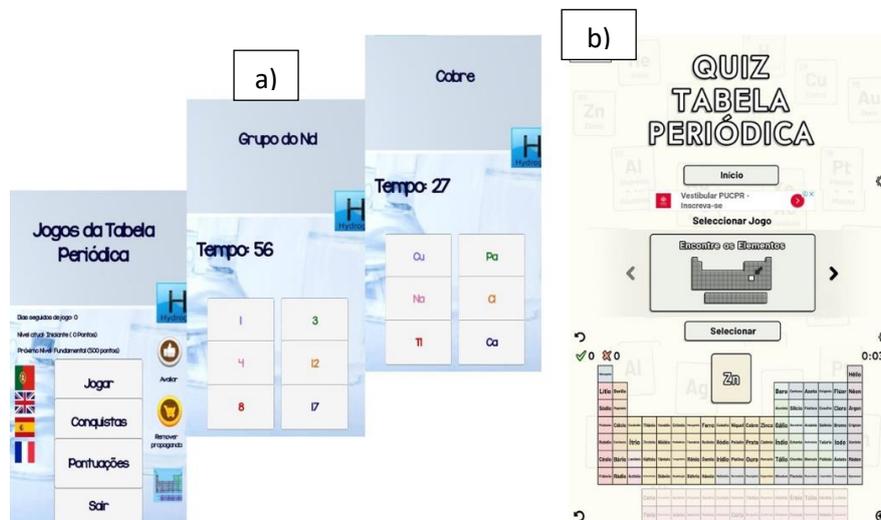
Fonte: Os autores (2019).

Nota: a) aplicativo 6; b) aplicativo 8.

Analisando a Figura 6, pode se observar que o aplicativo 6 (Fig. 6a) apresenta uma tela com ajuda para entender como funcionam os diferentes modos de jogo, bem como uma das telas de um modo do jogo no qual o estudante deve ler o nome do elemento químico e relacionar corretamente qual o símbolo desse elemento para marcar pontos; ao final do jogo se exibe uma tela com a pontuação conquistada seguido de opções para jogar novamente ou trocar de modo. O aplicativo 8 (Fig. 6b) possui funções muito semelhantes, conforme observado, apresenta quatro modos diferentes de jogos, que se baseiam na memorização dos nomes, símbolos e sua posição na Tabela Periódica.

Há ainda *quizzes* que fazem uso destas ilustrações que são expostas e, na sequência, é questionado qual a posição daquele elemento dentro da Tabela Periódica, ou a qual ‘família’ (grupo) de elementos pertence o elemento mostrado. A Figura 7 apresenta as capturas de telas dos aplicativos 9 e 10, apps relacionados à esse estilo de jogo supracitado.

Figura 7 – Captura de telas dos aplicativo 9 e 10.



Fonte: Os autores (2019).

Nota: a) aplicativo 9; b) aplicativo 10.

Como pode se observar na Figura 7, o aplicativo 9 (Fig. 7a) insere mais um modo de jogo, questionando o estudante acerca do grupo ao qual determinado elemento pertence; outra consideração pertinente sobre esse app concerne a disponibilidade de quatro idiomas (português, inglês, espanhol e francês). Já o aplicativo 10 (Fig. 7b) apresenta um jogo no qual há uma Tabela Periódica em branco e o estudante é instigado a completar as lacunas, a fim de memorizar nomes, símbolos, grupos e períodos dos elementos.

Já a Figura 8 apresenta imagens relacionadas ao aplicativo 7, que retrata uma forma diferente dos demais apps a exposição aos conceitos da Tabela Periódica.

Figura 8 – Captura de telas do aplicativo 7.



Fonte: Os autores (2019).

Conforme pode se observar a partir da Figura 8, o app 7 apresenta um jogo muito próximo ao 'Trunfo', em que o jogador recebe aleatoriamente uma carta com diversas propriedades periódicas dos elementos (por exemplo, afinidade eletrônica, eletronegatividade, raio atômico) e deve confrontar um outro usuário, que pode ser um jogador humano ou o próprio aplicativo, que possui uma outra carta com outro elemento. Ressalta-se que, ao escolher uma categoria, aquele que possuir o maior valor, recebe os pontos da rodada.

Quando se é 'derrotado' nas rodadas, o aplicativo ainda revisa os principais conceitos de propriedades periódicas, apresentando, inclusive, os diagramas de setas (que indicam o caminho das propriedades em questão), fornecendo, assim, um *feedback* ao usuário/jogador/estudante.

Então, apesar de apresentarem um caráter mais lúdico e memorizador, esses jogos/*quizzes* podem ser utilizados pelos professores, sempre com bastante cautela, para colocar em prática um momento lúdico-pedagógico pautado com o uso da tecnologia móvel, a fim de tornar o processo de construção dos conhecimentos relacionados à Tabela Periódica mais 'agradáveis' tanto aos discentes, quanto aos docentes, bem como também podem ser utilizados para auxiliar a revisão de conteúdos já trabalhados.

7. Perspectivas e Considerações Sobre os Próximos 150 anos

Verificou-se que, conforme novas tecnologias são desenvolvidas e fomentadas, há a necessidade de sempre as integrarmos às nossas aulas, de maneira natural e pedagógica, para incrementarmos a experiência do momento de construção de conhecimento e sua repaginação por meio do uso das tecnologias móveis.

No que tange à Química e à tabela periódica, não é interessante a ruptura integradora entre a história da ciência relacionada à tabela e os inúmeros conceitos que podem ser explorados durante o processo de ensino e aprendizagem. Na realidade, devemos tomar o legítimo cuidado de representar esses conceitos, a fim de que os estudantes possam ligar que a ciência é um construto humano, proveniente das várias tentativas de explicar, à sua luz, como funciona a natureza.

Quanto à Tabela Periódica e aos aplicativos citados, é (e sempre será) importante que o professor possa estar em contato com as atualizações e integrações entre esses assuntos, para melhor conseguir mediar o processo de aplicabilidade e internalização dos conceitos requeridos pelos estudantes, mas, sobretudo, é interessante ao docente desenhar situações de aprendizagem diversas que possam acompanhar as modificações, promovendo, assim, um

aumento na motivação dos alunos e, conseqüentemente, gerar aprendizagens de forma mais efetiva.

Como sugestão para pesquisas futuras, pode se sugerir buscar sobre outros tipos de recursos digitais para o ensino da Tabela Periódica, como vídeos, *podcasts*, jogos de videogame, jogos de tabuleiro, dentre outros vários recursos possíveis. Também deixamos como sugestão que o professor, ao aplicar qualquer tipo de tecnologias digitais no ensino, redija cientificamente como foi a experiência e como foi a análise que obteve, tanto de notas quanto da impressão dos alunos. Esses tipos de relato de campo podem se tornar aliados valiosíssimos na aplicação e popularização do uso de tecnologias digitais no ensino de Química.

Por fim, surge uma reflexão sobre o processo de inovar a sala de aula. Isto nos deixa uma máxima norteadora, sou seja, podemos dizer que estamos inovando ao tomarmos como premissa o fato de imaginarmos que um professor de 100 anos atrás ficaria espantado e desconfortável ao entrar para assistir à aula que ministramos atualmente.

Referências

Bonifacio, V. D. (2012). QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 552-554.

Brasil, Ministério da Educação e Cultura. (2002) *Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.

Brasil, Ministério da Educação e do Desporto. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª série)*. Brasília: MEC/SEF.

Crisóstomo, L. C. S., Marinho, M. M., Marinho, G. S., & Marinho, E. S. (2018). Mobile Learning: Avaliação e Seleção de um Aplicativo para o Ensino de Elementos Químicos. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, 7(1), 1-10.

Donald, K. (2019). *The self-serving politics and bitter debate behind the periodic table*. Disponível em: <<https://qz.com/1544970/the-self-serving-politics-and-bitter-debate-behind-the-periodic-table/>>. Acesso em 01 abr. 2020.

GIL, A. C. (2008). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.

IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry. (2012) *Flerovium and Livermorium Join the Periodic Table*. Disponível em: http://publications.iupac.org/ci/2012/3404/iw1_periodic_table.html. Acesso em 26 maio 2019.

IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry. (2016) *IUPAC is naming the four new elements Nihonium, Moscovium, Tennessine and Oganesson*. Disponível em: <https://iupac.org/iupac-is-naming-the-four-new-elements-nihonium-moscovium-tennessine-and-oganesson/>. Acesso em 26 maio 2019.

IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry. (2018) *International Year of Periodic Table of Chemical Elements*. Disponível em: <https://www.iypt2019.org/>. Acesso em: 25 maio 2019.

Kalinke, M. A. (1999) *Para não ser um Professor do Século Passado*. Curitiba: Editora Gráfica Expoente.

Libman, D., & Huang, L. (2013). Chemistry on the go: review of chemistry apps on smartphones. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 320-325.

Meyer, M. (2013). *An Element of Order*. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/distillations/an-element-of-order>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Nichele, A. G., & Schlemmer, E. (2014). Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, 12(2), 1-9.

Özdin, N., Öz, A. S., Karabük, H., Patli, U. H., & Erdem, A.R. (2008). *The History of the Atom, the Periodic Table and Radioactivity*, Istanbul: Zambak.

Santos, A. C., & Eichler, M. L. (2016). Acerca da adaptação de um jogo eletrônico sobre tabela periódica para as redes sociais. *Revista Debates em Ensino de Química*, 2(1), 107-114.

Scerri, E. (2015). The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 373(2037).

Stratherm, P. (2002). *O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química*. Rio de Janeiro: Editora Zahar.

Tolentino, M., Rocha-Filho, R. C., & Chagas, A. P. (1997). Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química nova*, 20(1), 103-117.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

John Wesley Grando – 80%

Maria das Graças Cleophas – 20%

APÊNDICE I – LINKS PARA ACESSO AOS APLICATIVOS PESQUISADOS

Aplicativo 1	Tabela Periódica 2019 - Química
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=mendeleev.redlime&hl=pt_BR
Aplicativo 2	Tabela Periódica 2019
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=jqsoft.apps.periodictable.hd&hl=pt_BR
Aplicativo 3	Tabela Periódica dos Elementos – Modern PTE
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.daluz.android.apps.modernpte&hl=pt_BR
Aplicativo 4	Tabela Periódica Educalabs
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.panapps.PeriodicTable&hl=pt_BR
Aplicativo 5	RApp Chemistry
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RApp.Chemistry&fbclid
Aplicativo 6	Quiz Tabela Periódica
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.paridae.app.android.timequiz.periodictable&hl=pt_BR
Aplicativo 7	XeNUBi
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=br.ufrgs.sead.xenubi&hl=pt_BR
Aplicativo 8	Elementos químicos e TP: Nomes teste
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.asmolgam.elements&hl=pt_BR
Aplicativo 9	Jogos da TP completa
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.techjambo.periodictablequiz&hl=pt_BR
Aplicativo 10	Quiz da TP
Link acesso	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maple.periodictablequiz&hl=pt