

Aplicativos móveis: algumas possibilidades para o ensino de Química

Mobile applications: some possibilities for teaching Chemistry

Aplicaciones móviles: algunas posibilidades para enseñar Química

Recebido: 26/05/2020 | Revisado: 27/05/2020 | Aceito: 10/06/2020 | Publicado: 20/06/2020

Anderson da Silva Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4612-6587>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: andersonrosa@unipampa.edu.br

Rafael Roehrs

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2825-2560>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: rafaelroehrs@unipampa.edu.br

Resumo

Este estudo apresenta um levantamento dos aplicativos relacionados a química para dispositivos móveis com sistema operacional Android, disponíveis na Google Play Store, e análise de suas características e potencialidades como ferramentas para o processo de ensino e aprendizagem, no contexto da *mobile learning*. Para isso, os aplicativos resultantes da busca foram categorizados, e os Apps com maior número de *downloads* e melhores notas de avaliação dentro de cada categoria foram analisados. Com base na análise realizada, o estudo descreve as principais características de 24 aplicativos e, de acordo com estas, estabelece possibilidades de utilização destes Apps no processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista, as necessidades e objetivos de estudantes e professores, e as competências estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, na área de ciências da natureza e suas tecnologias.

Palavras-chave: Ensino de Química; Aprendizagem móvel; *Mobile learning*; Aplicativos móveis.

Abstract

This study presents a survey of applications related to chemistry for mobile devices with Android operating system, available on the Google Play Store, and analysis of their characteristics and potential as tools for the teaching-learning process in the context of mobile

learning. For this, the applications resulting from our search were categorized and the apps with the highest number of downloads and the best evaluation scores within each category were analyzed. Based on the analysis carried out, the study describes the main characteristics of 24 applications and, according to them, establishes possibilities for using these apps in the teaching-learning process in view of the needs and objectives of students and teachers and the skills established in the National Common Curricular Base for high school in the area of natural sciences and their technologies.

Keywords: Chemistry teaching; Mobile learning; Apps; BNCC.

Resumen

Este estudio presenta un levantamiento de las aplicaciones relacionadas con la química para dispositivos móviles con sistema operativo Android, disponible en Google Play Store, y un análisis de sus características y potencial como herramientas para el proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la *mobile learning*. Para esto, se clasificaron las aplicaciones que resultaron de nuestra búsqueda y se analizaron las aplicaciones con el mayor número de *downloads* y los mejores puntajes de evaluación dentro de cada categoría. Con base en el análisis realizado, el estudio describe las características principales de 24 aplicaciones y, de acuerdo con ellas, establece las posibilidades para usar estas aplicaciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje en vista de las necesidades y objetivos de los estudiantes y maestros y las habilidades establecidas en el Base Curricular Nacional Común para la escuela secundaria en el área de ciencias naturales y sus tecnologías.

Palabras clave: Enseñanza de la Química; Aprendizaje móvil; *Mobile learning*; Aplicaciones móviles; BNCC.

1. Introdução

Atualmente, nos deparamos com novas possibilidades, que nos fazem perceber as diversas mudanças tecnológicas, sejam elas em novas abordagens, modelos de aprendizagem, ferramentas didáticas, espaços de aprendizagem, impulsionando cada vez mais as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino (Neves, 2014).

Podemos observar o crescimento da utilização de diversas ferramentas tecnológicas como computadores, *smartphones* e *tablets* (Tavares, Souza, & Correia, 2014). Por consequência, de acordo com Neves (2014), tem-se a necessidade de dimensionar o impacto das TIC nos projetos pedagógicos e a sua incorporação no currículo e na formação.

Para Moreno e Heidelmann (2017) atrelar à prática escolar o uso das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC), constitui um dos desafios de nossa época. Deste modo, a chegada e a expansão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm, de acordo com Araújo e Araújo (2014), implementado novos meios para a construção do conhecimento na educação contemporânea, tornando, assim, a aprendizagem mais rica, motivadora e significativa. Nesta perspectiva, Araújo e Araújo (2014) ressaltam que o computador, a internet, a *World Wide Web* e as mídias móveis, como, por exemplo, celulares, *smartphones*, *iPods* e *tablets*, proporcionam a interligação entre pessoas em redes – mesmo quando situadas em locais e tempos divergentes –, promovem mudanças de comportamento e diferentes maneiras de se comunicar, ensinar e aprender (Araújo & Araújo, 2014, p. 735).

Desta maneira, as TDIC, possibilitam atividades alternativas para ensino e aprendizagem de conceitos, na qual Leite (2016, p. 1) destaca que estas levam a “ruptura de métodos e metodologias tradicionais de ensino, que por sua vez, estão “cristalizados” com o tempo”.

Entre as TDIC merecem destaque os dispositivos móveis, tais como *smartphones* e *tablets*, que segundo Nichele e Schlemmer (2014), estes aparelhos proporcionam mobilidade, além de dispor de uma interface amigável e de fácil utilização, seja para professores como para estudantes, o que contribui na implementação de estratégias de ensino e aprendizagem. Outra potencialidade destacada pelas autoras, quanto aos dispositivos móveis, é que estes ampliam a interação entre o sujeito e o meio, possibilitando um maior processo de colaboração e cooperação.

Conforme Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2016):

A simplicidade e praticidade para utilização, a troca de informação amigável, a facilidade para instalar os aplicativos nos *smartphones* oferecem múltiplas funcionalidades, e são aspectos que contribuem para a rápida aceitação e disseminação mundial. Diante dessas características, a utilização desses dispositivos no contexto educacional torna-se óbvia e natural (Greszczyszyn, Camargo Filho, & Monteiro, 2016, p. 401).

Os *smartphones*, de modo específico, assim como, os dispositivos móveis, de modo geral, são convergentes, portáteis e multimídias, o que possibilita um conjunto de alternativas que podem ser exploradas para a aprendizagem, denominadas de *Mobile Learning* ou Aprendizagem Móvel (Fonseca, 2013). O uso de dispositivos móveis vem sendo incentivado através da prática do “*Bring Your Own Device*” (BYOD), que pode ser traduzida para o

português como “Traga seu próprio dispositivo” (Shuler, Winters, & West, 2013). Entretanto, existem algumas limitações para o seu uso, Ferreira (2015), por exemplo, destaca que:

O desafio de unir o aprendizado ao contexto da mobilidade tem sido tema de muitas discussões, especialmente no que se refere à sua aplicabilidade pedagógica, que inclusive conta com a proibição desses aparatos no ambiente formal de educação, de acordo com leis de alguns estados e municípios brasileiros [...] (Ferreira, 2015, p. 12).

Outro desafio para a utilização dos dispositivos móveis como ferramenta de ensino e aprendizagem, é o acesso à internet. A internet, de acordo com Ferreira (2015, p. 11), “tem possibilitado ampliação e agilidade na comunicação, e no acesso e na difusão da informação, principalmente quando esse acesso passa a ser também móvel, através de *Wi-Fi* disponíveis em locais públicos e privados”. Entretanto, a disponibilidade de uma conexão de qualidade com a internet permanece como um desafio para o desenvolvimento de atividades envolvendo as TIC, de modo geral, e a *mobile learning*, em específico (Fonseca, 2013; Jara, Claro, & Martinic, 2012).

Um aspecto importante motivado pela disseminação dos dispositivos móveis, é o impulsionamento do desenvolvimento de aplicativos (Apps) para estes aparelhos. Diversos Apps, tais como, jogos, mídias sociais, livros, revistas, bem como aplicativos específicos para educação, gerenciamento e organização de atividades, e processos estão a nossa disposição. Estes Apps possuem grande potencial para incrementar o aprendizado dentro e fora da escola (Nichele & Schlemmer, 2014), fato que é corroborado pelos diversos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos sobre o tema (Firmino et al., 2019; Greszczyszyn, Camargo Filho, & Monteiro, 2016; Klein, Santos, & Souza, 2018; Leite & Rodrigues, 2017; Moreno & Heidelmann, 2017; Nichele & Schlemmer, 2014).

Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2016) realizaram pesquisa sobre os aplicativos educacionais para *smartphone* com sistema operacional Android e sua integração com o ensino de química. Na pesquisa, foram analisados aplicativos relacionados à área disponíveis nos repositórios Google Play Store e *Free and Open Source Software* (FOSS), no período de 2012 a 2016, o que indicou a evolução do número de aplicativos disponíveis de 78 em 2012, para 596 em junho de 2016. Os pesquisadores identificaram que os temas mais frequentes dos aplicativos eram tabela periódica, química orgânica e laboratório químico, relacionado com ligações químicas, estrutura e modelo molecular e química inorgânica. O estudo aponta, ainda, quatro Apps, um sobre cada tema, para aplicação na educação em química que foram selecionados de acordo com as recomendações dos usuários.

Moreno e Heidelmann (2017) analisaram alguns recursos instrucionais inovadores para o ensino de química, que possibilitam ao docente desenvolver uma variedade de atividades com suporte tecnológico aplicáveis ao ensino médio. No estudo foram analisados aplicativos para criação de formulários de pesquisa *online*, aplicativos para edição de fórmulas químicas e moléculas, criação de mapas conceituais, criação de apresentações, ambientes virtuais de aprendizado, jogos e simulações e uso de vídeos e edição de áudios. Dentre os recursos analisados no estudo constavam aplicativos com e sem disponibilidade para dispositivos móveis.

Klein, Santos e Souza (2018), em sua pesquisa, realizaram análise da incidência de aplicativos educacionais para o ensino de química em trabalhos de eventos científicos da área, como o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e o Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), onde constataram o aumento das publicações referentes ao uso de Apps educacionais na área. O trabalho concluiu ainda, que “[..] há uma busca constante por atualização, por parte dos professores, em relação à utilização de diversos recursos educacionais, auxiliando assim os estudantes no processo de ensino-aprendizagem” (Klein, Santos, & Souza, 2018, p. 1).

Todavia, Nichele (2015) ressalta que ainda são poucas as iniciativas que associam a informática ao ensino de química e destaca, além disso, que nos cursos de licenciatura em química prevalece o uso da informática apenas como uma ferramenta auxiliar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio na área de ciências da natureza e suas tecnologias (integrada por biologia, química e física), estabelece como competência a ser desenvolvida:

Analisar situações-problema, e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos, e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 539).

Desta forma, tendo em vista o desenvolvimento da competência estabelecida na BNCC, assim como, no intuito de proporcionar ferramentas que oportunizem uma aprendizagem significativa. O presente estudo tem por objetivo analisar os aplicativos disponíveis na Google Play Store relacionados à química, e suas potencialidades no processo de ensino-aprendizagem.

2. Metodologia

No estudo foi realizado um levantamento dos aplicativos disponíveis para dispositivos móveis, que utilizam o sistema operacional Android na loja virtual de aplicativos Google Play Store. A Google Play é um repositório da Google Inc. onde encontram-se aplicativos, que podem ser gratuitos ou pagos, destinados a dispositivos que utilizam a plataforma Android, além de livros e filmes.

Optou-se pelos aplicativos disponíveis para o sistema operacional Android, por ser o sistema operacional presente em 86,1% dos dispositivos vendidos no mundo em 2019, conforme dados da IDC Corporate (2020) e, em 95% dos dispositivos móveis vendidos no Brasil em 2017 (IDC Brasil, 2018). Desta forma, destaca-se a importância da utilização de Apps compatíveis com este sistema operacional, tendo em vista, ser o mais utilizado.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo foi realizada através das seguintes etapas:

- i. Busca para Apps no repositório Google Play Store (<https://play.google.com/store/apps>) usando o descritor “química” para identificar os aplicativos disponíveis sobre o tema;
- ii. Os aplicativos que resultaram da busca foram tabelados sendo registradas as informações quanto ao desenvolvedor, idioma, número de *downloads*, nota de avaliação, gratuidade e descrição do aplicativo.
- iii. Foram aplicados como critério de exclusão para a análise:
 - Apps que se referem a química no sentido de empatia ou atração entre pessoas;
 - Apps com finalidade de lazer que não abordam conhecimentos da química como ciência ou área de conhecimento;
 - Aplicativos com finalidades comerciais de venda de produtos químicos;
 - Apps que não tenham a química entre as finalidades principais do aplicativo;
 - Aplicativos sem versão em português, espanhol ou inglês.
- iv. Os aplicativos não enquadrados nos critérios de exclusão, do item III, foram analisados quanto a gratuidade, nota de avaliação e número de *downloads*. Em seguida, os Apps foram classificados em seis categorias conforme a classificação já descrita e utilizada no trabalho de Libman e Huang (2013).

- v. Foram selecionados Apps, dentro de cada uma das categorias, utilizando como critérios gratuidade, idioma, nota de avaliação e número de *downloads* para uma análise mais detalhada.

Os aplicativos selecionados foram testados utilizando três dispositivos. Os aparelhos usados, foram um *smartphone* de marca Motorola®, modelo Moto G4 Plus, um *smartphone* de marca Xiaomi®, modelo Redmi Note 7 e um *tablet* marca Samsung®, modelo Galaxy Tab A6 SM-P585M. Os dispositivos utilizavam as versões 7.0, 9.0 e 8.1 do sistema operacional Android, respectivamente.

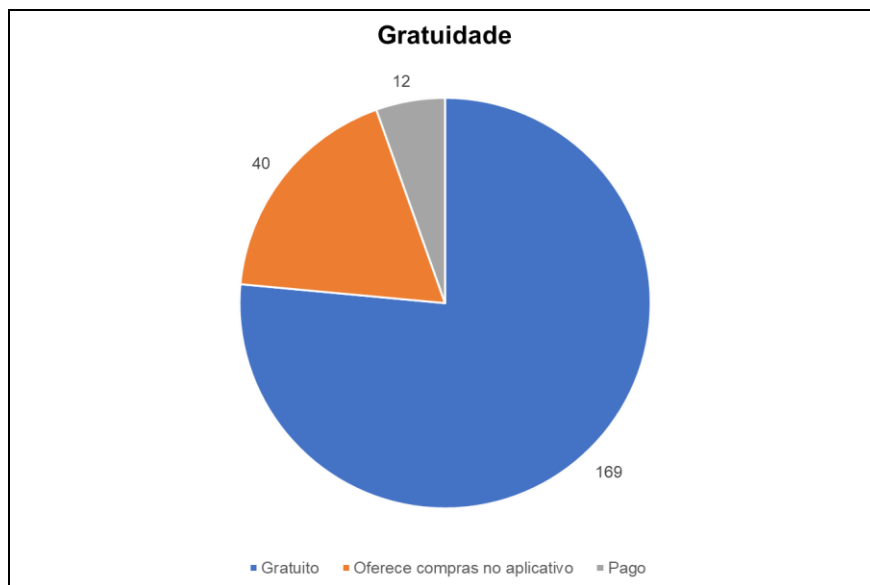
3. Resultados da Busca na Google Play Store e Análise dos Aplicativos

A busca por aplicativos na Google Play Store, utilizando o descritor “química”, realizada em março de 2019, encontrou um total de 249 aplicativos.

Os critérios de exclusão descritos na etapa III, da metodologia foram aplicados aos 249 Apps resultantes da busca, em que foram excluídos os aplicativos que se referiam a química no sentido de empatia, com finalidades comerciais (venda de produtos químicos), sobre cosméticos, aplicativos sem relação com a química, como ciência ou área do conhecimento ou em que a química não constava como uma das finalidades principais do aplicativo e, também, Apps que não possuíam versões em português, espanhol ou inglês. Restaram, desta forma, 221 Apps, sendo 28 o número de aplicativos excluídos.

Os 221 aplicativos foram analisados quanto, ao custo de aquisição. A Google Play Store possui três tipos de aplicativos (gratuitos, pagos e que oferecem compras no App para a utilização de determinadas funcionalidades). A Figura 1 mostra o número de Apps disponíveis e distribuídos, conforme seu custo de aquisição.

Figura 1. Gráfico do número de aplicativos quanto a sua gratuidade.

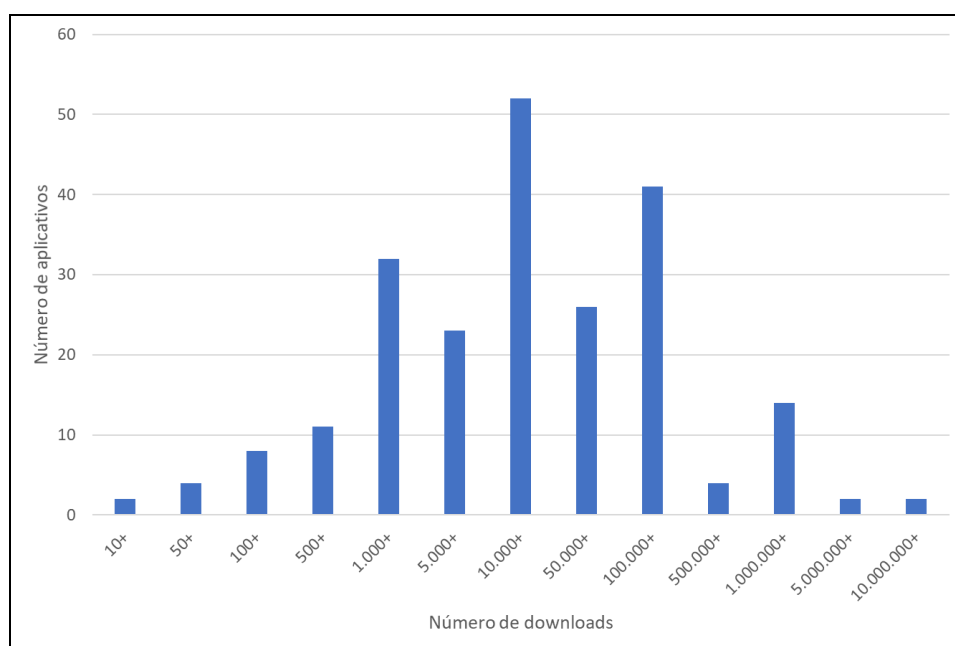


Fonte: Elaborada pelos autores/2020.

De acordo com a Figura 1, um total de 169 Apps são gratuitos, 12 são pagos e 40 oferecem compras no aplicativo para determinadas funcionalidades (salvar, exportar, encaminhar, entre outras). Os doze aplicativos pagos têm o seu custo de aquisição, o que varia entre R\$ 1,19 e R\$ 35,61. Deste total, onze possuem custo de até R\$ 15,00.

Outro aspecto analisado foi o número de vezes que os aplicativos foram baixados. A Figura 2 relaciona o número de Apps *versus* número de *downloads*.

Figura 2. Gráfico do número de aplicativos *versus* número de *downloads*.

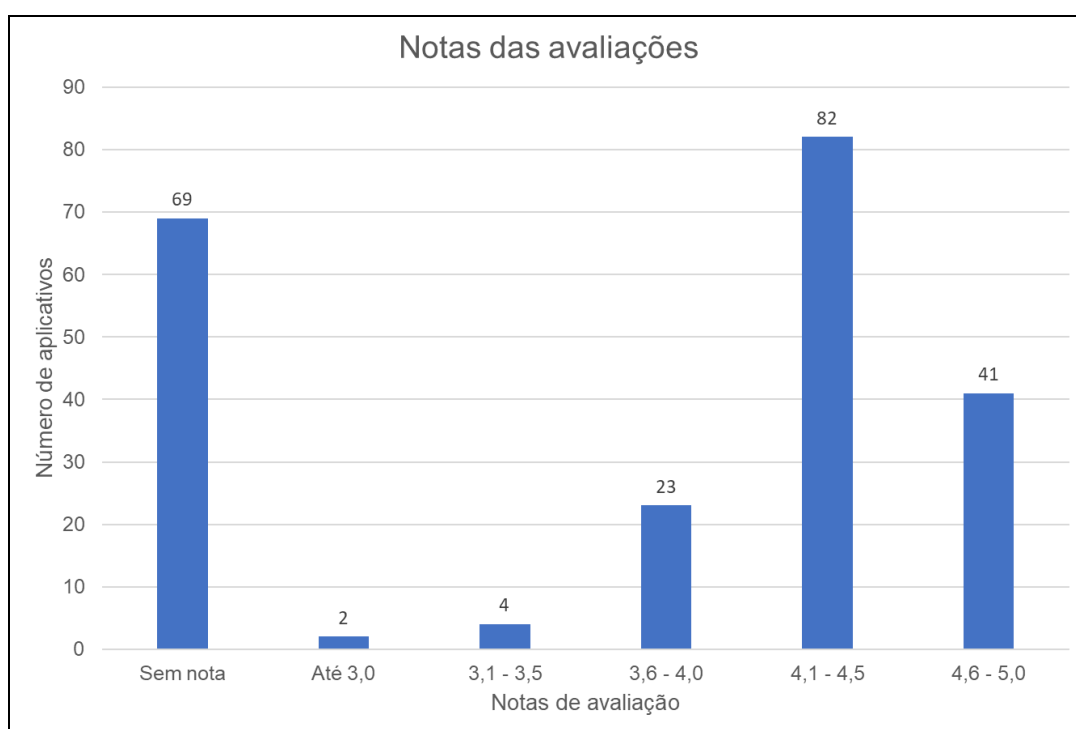


Fonte: Elaborada pelos autores/2020.

Com base nos dados do levantamento realizado em março de 2019, 4 aplicativos possuem número de *downloads* entre 5.000.000+ e 10.000.000+, onde foi constatado que a maioria dos Apps analisados possui número de instalações entre 1.000+ e 100.000+. Para fins de comparação, aplicativos como Facebook e Whatsapp têm 1.000.000.000+ de instalações, enquanto Apps educacionais conhecidos, como Duolingo e Khan Academy, possuem 100.000.000+ e 10.000.000+ de *downloads*, respectivamente.

A seguir, na Figura 3, tem-se as notas de avaliação dos aplicativos, este dado serve como parâmetro de medida da satisfação do público usuário, com relação as funcionalidades e usabilidade de cada App.

Figura 3. Gráfico do número de Apps por notas de avaliação.



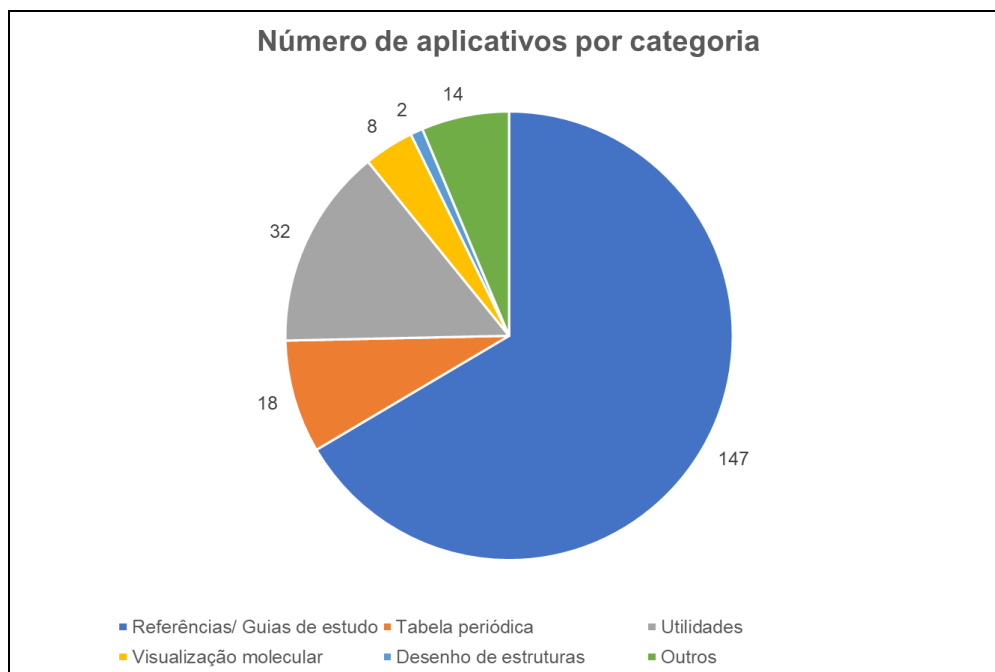
Fonte: Elaborada pelos autores/2020.

Pode-se observar, que 41 aplicativos possuíam notas de avaliação entre 4,6 e 5,0; 82 Apps possuíam avaliação entre 4,1 e 4,5; 23 tinham notas entre 3,6 e 4,0; e 6 aplicativos possuíam avaliações com valores iguais ou inferiores a 3,5. Por fim, 69 Apps não possuíam nota de avaliação na data em que foi realizada a busca na Google Play Store. Comparativamente, Apps educacionais conhecidos como Duolingo e Khan Academy possuíam notas de 4,7 e 4,5 na mesma data, respectivamente.

Na sequência, os aplicativos foram classificados em seis categorias (referências/guia de estudos, pesquisa, utilidades, tabela periódica, visualizador molecular e desenho de

estruturas) conforme descritas no trabalho de Libman e Huang (2013). Na Figura 4, tem-se o número de aplicativos por categoria.

Figura 4. Gráfico do número de Apps por categoria.



Fonte: Elaborada pelos autores/2020.

Como se observa na Figura 4, a grande maioria dos aplicativos pertence a categoria referências/guias de estudos ($n=147$), seguida da categoria utilidades ($n=32$), tabela periódica ($n=18$), visualização molecular ($n=8$) e desenho de estruturas ($n=2$). Quatorze Apps não puderam ser enquadrados, devido as suas características, em nenhuma das categorias acima. Cabe destacar que nenhum aplicativo se enquadrou na categoria pesquisa.

Posteriormente, foram selecionados os aplicativos a serem testados dentro de cada categoria, conforme quatro critérios (gratuidade, idioma, nota de avaliação e número de *downloads*).

Critério 1 (Gratuidade) - Quanto a gratuidade, foram selecionados somente os aplicativos gratuitos.

Critério 2 (Idioma) - No critério idioma foram selecionados somente os aplicativos com versão em português para as categorias referências/guia de estudos, tabela periódica e utilidades. Nas categorias visualização molecular e desenho de estruturas, foram incluídos também Apps em inglês, devido ao número pequeno de aplicativos disponíveis e, por estas

categorias possibilitarem uma utilização mais intuitiva, não exigindo, portanto, fluência no idioma para seu uso.

Critério 3 (Nota de avaliação) – O critério nota de avaliação foi aplicado as categorias referências/guia de estudos e tabela periódica, devido ao ainda grande número de aplicativos restantes, após os critérios 1 e 2 terem sido aplicados. Desta forma, utilizou-se como critério de exclusão notas de avaliação inferiores a 4,6 para aplicativos de referências/guias de estudos e, inferiores a 4,5 para aplicativos de tabela periódica.

Critério 4 (Número de *downloads*) - Dos aplicativos que se enquadraram nos três critérios anteriores, foram selecionados os Apps com número de *downloads* de 10.000+ ou superior na data de realização do levantamento. Excepcionalmente, na categoria referências/guia de estudos, devido ao número grande de Apps, utilizou-se o número de *downloads* de 50.000+ ou superior como critério de inclusão para análise.

Os aplicativos selecionados conforme estes 4 critérios em cada categoria são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Aplicativos selecionados por categoria.

Categoria	Aplicativos
Desenho de estruturas	KingDraw Chemical Structure Editor, Ketcher
Guias de estudo/ Referências	Química completa, Resumão de química, Elementos químicos e tabela periódica: nomes, teste, Khan Academy, Socratic, Ciência News – Ciência Channel, Brainly, Revisapp (Enem e Vestibular), Prepara ENEM 2019 (Simulado e Redação) ¹ .
Tabela periódica	Tabela periódica 2019 – Química ² , Tabela periódica 2019 ³ , Tabela Periódica Educalabs, Tabela Periódica.
Utilidades	Química, Produtos Perigosos, Conversor de Unidades, Conversor de unidades.
Visualização molecular	Orbitais virtuais Química 3D, Moléculas, Molecular Constructor, Mobile Molecular Modeling – Mo3, 3D VSEPR.

Fonte: Elaborado pelos autores/2020.

¹ O aplicativo teve seu nome atualizado para “Prepara ENEM 2020 (simulado e redação)” conforme levantamento realizado na Google Play em 05 de maio de 2020.

² O aplicativo teve seu nome atualizado para “Tabela periódica 2020 – Química” conforme levantamento realizado na Google Play em 05 de maio de 2020.

³ O aplicativo teve seu nome atualizado para “Tabela Periódica 2020. A química no seu bolso” conforme levantamento realizado na Google Play em 05 de maio de 2020.

3.1. Análise dos aplicativos selecionados por categoria

A seguir apresenta-se uma breve análise dos 24 aplicativos testados, organizados por categorias:

3.1.1. Guias de estudo e referência

Aplicativos de referências e guias de estudo vêm ganhando relevância, à medida que, dispositivos móveis estão mudando a forma como os alunos estudam, memorizam, revisam e utilizam o conhecimento químico, eliminando, desta forma, a necessidade de transportar livros, dicionários e manuais pesados de um lugar para outro. Esta categoria de aplicativos auxilia estudantes do ensino básico e superior em seus estudos e, também servem como material de revisão ou consulta para alunos de pós-graduação e profissionais da química (Libman & Huang, 2013).

Nesta categoria, foram testados nove aplicativos. Foram avaliados os Apps “Química completa” (desenvolvido por Prof. Xandão); “Resumão de química” (desenvolvido por Professor/Developer Diego Marcelo); “Elementos químicos e tabela periódica: nomes, teste” (desenvolvido por Andrey Solovyev); “Khan Academy” (desenvolvido por Khan Academy), “Socratic” (desenvolvido por Socratic)⁴; “Ciência News – Ciência Channel” (desenvolvido por Update You!). “Brainly” (desenvolvido por Brainly, Inc.). “RevisApp (Enem e vestibular)” (desenvolvido por RevisApp) e “Prepara ENEM 2019 (Simulado e redação)” (desenvolvido por Infinity Development Apps).

Os aplicativos “Química completa” e “Khan Academy” são aplicativos que possuem os conteúdos mais completos para os estudantes que buscam um estudo mais aprofundado e não somente revisar ou testar seus conhecimentos.

O App “Química completa” aborda os conceitos de química do ensino básico e mostra-se bastante completo, quanto aos conteúdos, que são apresentados contando com ilustrações, que auxiliam para uma melhor compreensão dos conceitos. Também estão disponíveis listas de exercícios com questões de vestibular e Enem acompanhadas de gabarito. O aplicativo também possui tabela periódica, dicionário de termos químicos e espaço para o envio de dúvidas.

⁴ Atualmente o aplicativo Socratic é desenvolvido pela Google LLC® conforme levantamento realizado em 05 de maio de 2020.

Já o aplicativo “Khan Academy” oferece diversas lições de matemática, ciências, computação, ciências humanas, economia e finanças. O aplicativo é um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que vai muito além de um repositório de vídeos e materiais, o Khan Academy dispõe, por exemplo, de um sistema de autogestão de aprendizagem com dicas de progresso, podendo ser também, uma ótima opção de ferramenta diagnóstica (Moreno & Heidelmann, 2017). Dentro das ciências, no curso de química são abordados conteúdos de química básica organizados por conceitos e, também, conteúdos de química avançada, que fazem parte de currículos de cursos de nível superior, como química do carbono α e espectroscopia. Outra opção, é escolher o ano do ensino fundamental de interesse e acessar os conteúdos de ciências da natureza organizados conforme as competências e habilidades da BNCC.

Já os estudantes que buscam por resumos, podem optar pelos aplicativos “Resumão de química” e RevisApp (Enem e vestibular). O aplicativo “Resumão de química” contém resumos dos conteúdos do ensino básico, que podem ser utilizados para revisão ou consulta, questões de vestibular e do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), com gabarito, simulados e jogos envolvendo conhecimentos químicos. O App possui também tabela periódica, galeria de moléculas e vidrarias de laboratório. “RevisApp (Enem e vestibular)” é um aplicativo que oferece resumos de conteúdos de diversos componentes curriculares do ensino básico, com foco no Enem e vestibulares. Em química os resumos são bastante sucintos, não abordando diversos temas, desta forma, o App é adequado somente para uma revisão parcial dos conceitos.

Para os estudantes que querem testar os seus conhecimentos, o App “Prepara ENEM 2019 (Simulado e redação)” conta com questões de provas do Enem, temas de redação, simulados e resumos dos conteúdos. Os simulados podem ser realizados, escolhendo ano de prova, área ou matéria. Cada simulado, depois de realizado gera um gráfico do número de acertos/erros.

Já o aplicativo “Elementos químicos e tabela periódica: nomes, teste” é dedicado àqueles que querem aprender os nomes e símbolos dos elementos químicos. O App conta com perguntas de múltipla escolha, testes, jogos e disponibiliza uma tabela periódica para consulta.

Os aplicativos “Socratic” e “Brainly” oferecem uma opção para os estudantes que precisam tirar dúvidas sobre um problema ou questão específica. O App “Socratic” permite ao usuário fotografar ou digitar uma pergunta ou problema para que o aplicativo realize uma

busca na *web*, retornando conteúdo de *sites* como Wikipedia e Khan Academy, por exemplo, assim como, resultados obtidos no buscador Google.

O “Brainly” é um aplicativo de perguntas e respostas, onde o usuário pode tirar dúvidas sobre conteúdos de qualquer componente curricular, ou área do conhecimento, e responder a questões feitas por outros usuários. No App se pode escrever ou fotografar uma pergunta para que seja respondida por outro usuário. Também é possível navegar pelas perguntas e respostas existentes no aplicativo.

Por fim, o aplicativo “Ciência News – Ciência Channel” é uma alternativa para aqueles que tem interesse em saber das novidades do mundo da ciência ou, ainda, uma ferramenta para ajudar a despertar tal interesse. O App compartilha notícias e artigos sobre ciência publicados em *sites*, jornais e revistas.

3.1.2. Tabela periódica

Os aplicativos de tabela periódica são uma excelente ferramenta para aqueles que buscam estudar as propriedades periódicas dos elementos químicos e/ou consultar determinada informação, com relação a um elemento específico. Os quatro aplicativos testados no estudo diferenciam-se, basicamente, quanto ao número de informações fornecidas sobre os elementos químicos (Quadro 2).

Merecem destaque, como diferenciais, no App “Tabela periódica 2019 – Química” (desenvolvido por Chernykh.tech), a disponibilidade de tabela de solubilidade, propriedades de alguns alcanos, série eletroquímica, indicadores ácido-base e hidrocarbonetos aromáticos. Já o App “Tabela Periódica Educalabs” (desenvolvido por Panapps Ltda) tem como característica distintiva, os seus recursos de visualização 3D interativa que, conforme Greszczyszyn; Camargo Filho; Monteiro (2016), facilitam o entendimento sobre o comportamento das propriedades periódicas dos elementos e possibilitam a observação tridimensional do modelo atômico de cada elemento e sua respectiva distribuição eletrônica. Também faz jus a menção o Quiz sobre tabela periódica disponível no aplicativo “Tabela Periódica” (desenvolvido por DSmart Apps).

Quadro 2. Informações disponíveis nos aplicativos de tabela periódica analisados.

Informações	Tabela periódica 2019 – Química (desenvolvido por Chernykh.tech)	Tabela periódica 2019 (desenvolvido por JQ Soft)	Tabela Periódica Educalabs (Desenvolvido por Panapps Ltda)	Tabela Periódica (Desenvolvido por Dsmart Apps)
Nome e símbolo do elemento	X	X	X	X
Número atômico e massa atômica	X	X	X	X
Família	X	X	X	X
Nome do elemento em latim	X	X		
Nome do elemento em inglês	X	X		
Origem do nome do elemento				X
Número CAS	X	X	X	X
Distribuição eletrônica nos níveis de energia	X	X	X	X
Número de elétrons, prótons e nêutrons	X	X		
Descrição das características físicas do elemento	X			X
Cor	X	X		
Densidade		X	X	X
Dureza				X
Índice de refração		X		
Velocidade do som		X		
Condutividade térmica		X	X	X
Entalpia de fusão			X	X
Calor ou entalpia de vaporização		X	X	X
Ponto de fusão e ebulição	X	X	X	X
Estado físico a temperatura ambiente	X	X		X
Calor específico				X
Pressão de vapor				X
Capacidade calorífica molar			X	
Módulos de elasticidade, cisalhamento e compressibilidade			X	
Escala de Mohs			X	
Valência	X	X		
Espectro de emissão	X			
Configuração eletrônica	X	X	X	X
Estados de oxidação	X	X	X	X
Carga iônica	X	X		
Potencial de ionização	X		X	X
Raio atômico e covalente	X	X	X	X
Raio de Van der Waals	X	X		X
Eletronegatividade	X	X	X	X
Afinidade eletrônica	X	X		
Condutividade elétrica	X			X
Tipo elétrico	X			
Classe magnética	X	X	X	X
Sensibilidade magnética	X	X		

do volume				
Sensibilidade magnética de massa	X			
Sensibilidade magnética (mol/L)	X			
Susceptibilidade magnética				X
Resistividade elétrica	X		X	
Estrutura de rede (célula cristalina)	X		X	X
Temperatura de Debye	X			
Predominância no universo, sol, oceanos, crosta terrestre e meteoritos	X			
Radioatividade		X		
Meia vida e tempo de vida		X		
Sessão transversal de nêutrons		X		
Multiplicidades atômicas		X		
Descobridor	X		X	X
Ano de descoberta	X	X		X

Fonte: Elaborado pelos autores/2020.

3.1.3. Utilitários

Os aplicativos utilitários, somados a mobilidade proporcionada pelos dispositivos móveis, são importantes ferramentas de apoio em laboratórios (Libman & Huang, 2013). Entre os utilitários, os aplicativos de conversão de unidades podem ser ferramentas úteis para cálculos e consultas rápidas, tanto no laboratório, quanto na realização de atividades.

O “Conversor de Unidades” (desenvolvido por UUCMobile) e o “Conversor de unidades” (desenvolvido por Smart Tool co.) são Apps que possuem interface de fácil utilização e permitem a conversão de diversas unidades, diferenciando-se, basicamente, quanto ao número delas, que podem ser convertidas (Quadro 3).

Quadro 3. Unidades convertidas pelos aplicativos de conversão de unidades.

Tipo	Unidades	Conversor de Unidades (Desenvolvido por UUCMobile)	Conversor de unidades (Desenvolvido por Smart Tools co.)
Básico	Comprimento	X	X
	Área	X	X
	Massa	X	X
	Volume	X	X
Mecânica	Pressão	X	X
	Força	X	X
	Momento de força	X	
	Trabalho		X
	Velocidade	X	X
	Aceleração	X	

	Velocidade angular	X	
Química	Densidade	X	
	Viscosidade dinâmica	X	
	Viscosidade cinemática	X	
	Mineralização	X	
Computação	Armazenamento de dados	X	X
	Transferência de dados	X	
Energia	Energia	X	
	Potência	X	X
	Temperatura	X	X
Eletricidade	Carga elétrica	X	
	Corrente elétrica	X	
	Resistência elétrica	X	
	Potencial elétrico	X	
	Capacitância	X	
Fotometria	Luminância e iluminância	X	
Radioatividade	Radiação e radioatividade	X	
Magnetismo	Densidade do fluxo magnético	X	
Matemática	Ângulos	X	X
	Números	X	
	Unidades e frações	X	
	Prefixos SI	X	
	Distâncias astronômicas	X	
Tipografia	Tipografia	X	
Outros	Moeda	X	X
	Roupas e sapatos	X	
	Culinária	X	X
	Consumo de combustível	X	X
	Tempo	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores/2020.

Conforme o Quadro 3, o aplicativo “Conversor de Unidades” (desenvolvido por UUCMobile) possibilita a conversão de um número maior de unidades.

Outro aplicativo utilitário analisado é o App “Produtos Perigosos” (Desenvolvido por MSKapps Mobile Brazil), que é uma ferramenta de consulta a informações sobre rótulos de risco de produtos químicos e biológicos perigosos. Embora voltado para o transporte de produtos perigosos, o App pode ser utilizado para a consulta das diferentes classes de risco e simbologias que estão presentes nos rótulos das substâncias nos laboratórios, indicando os riscos inerentes a elas. O App traz a simbologia de risco para painéis de segurança usados na sinalização de transporte de produtos químicos e rótulos de risco, lista as diferentes classes de risco com a sua descrição e respectivas subclasses, acompanhadas de suas simbologias de identificação.

Já o aplicativo “Química” (desenvolvido por Denis Chaschin) pode ser uma boa fonte de consulta de informações e cálculo de massa molar. O App permite que o usuário busque por reações químicas na *web* digitando uma ou mais partes de uma equação, permitindo, desta forma, encontrar o(s) produto(s), reagente(s), ou a equação balanceada. A pesquisa na *web*

pode se mostrar um pouco demorada e demanda boa conexão com a internet. O aplicativo possui, também, tabela periódica, tabela de eletronegatividade e afinidade eletrônica dos elementos, série de reatividade e tabela com a massa molecular de alguns grupamentos orgânicos.

3.1.4. Desenho de estruturas

Aplicativos de desenho de estruturas, são importantes ferramentas na química. Moreno e Heidelmann (2017) destacam que “em diversos momentos do processo de ensino de química, é necessário tornar mais visuais conceitos, modelos e representações-chave para o desenvolvimento cognitivo dos alunos acerca dessa ciência” (Moreno & Heidelmann, 2017, p. 14).

Na pesquisa foi testado dois aplicativos com esta finalidade. São eles o App “KingDraw Chemical Structure Editor” (desenvolvido por Precision Agriculture Technology Co. L.td.) e o “Ketcher” (desenvolvido por EPAM Systems). Ambos os aplicativos possibilitam desenhar, compartilhar e salvar em diferentes formatos, diversos tipos de estruturas e equações. O aplicativo “KingDraw Chemical Structure Editor” conta com grande número de ferramentas disponíveis, que o tornam o aplicativo para dispositivos móveis mais completo dos dois testados. Merece destaque, no aplicativo Ketcher, a possibilidade de conversão de imagens de fórmulas estruturais em arquivos para edição. Para a escrita de mecanismos de reação, entretanto, sentiu-se a ausência de alguns tipos de seta, como um fator limitante. Através dos testes realizados, concluí-se que ambos os aplicativos são boas opções para o desenho de estruturas em dispositivos móveis. Para desenho de moléculas mais complexas e mecanismos de reação, todavia, o KingDraw mostrou-se mais adequado, devido ao maior número de recursos oferecidos.

É natural, no entanto, que os usuários sintam alguma dificuldade em usar os dedos para desenhar, assim como, o tamanho da tela dos dispositivos móveis também pode ser um fator limitante. Entretanto, exceto por estas características, os aplicativos testados oferecem importante alternativa para os usuários que necessitam de Apps gratuitos de desenho de estruturas para utilização em dispositivos móveis com sistema operacional Android.

3.1.5. Visualizador molecular

Os aplicativos de visualização molecular podem ser uma ferramenta útil em sala de aula. Em aulas de química orgânica, podem ser usados como um complemento para os modelos moleculares físicos, com a vantagem de que aluno pode alternar facilmente entre diferentes tipos de representação. Da mesma forma, esse tipo de aplicativo pode ser usado em bioquímica e química geral para visualizar estruturas (LIBMAN; HUANG, 2013). Foram testados cinco aplicativos nesta categoria, a seguir descreve-se algumas de suas principais características.

O aplicativo “Orbitais virtuais Química 3D” (desenvolvido por Enteriosoft) permite uma visão tridimensional dos orbitais s, p, d e f. Já o App “3D VSEPR”, do mesmo desenvolvedor, possui características semelhantes, entretanto, com enfoque na geometria molecular baseada na teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (VSEPR, sigla em inglês).

O App “Moléculas” (desenvolvido por Eduardo Galembeck) traz uma biblioteca com as representações das estruturas de diversas substâncias que podem ser visualizadas e manipuladas pelos usuários, que podem alternar entre as formas de visualização (tipo de representação). Cada molécula da biblioteca do aplicativo, possui um texto explicativo, com diversas informações sobre as substâncias.

O aplicativo “Molecular Constructor” (desenvolvido por Alexander Teplukhin), possibilita a construção de modelos moleculares em 3D. O App permite a visualização da molécula de diferentes formas. O aplicativo também, calcula a massa molecular da substância desenhada.

O App “Mobile Molecular Modeling – Mo3” (desenvolvido por Advanced Mobile Apps for Science & Education), permite a construção de moléculas em 3D. Também é possível desenhar moléculas em 2D e convertê-las em 3D, e buscar informações da respectiva substância no catálogo da *PubChem*. O App possibilita, ainda, a predição de espectros de infravermelho (IV) e ressonância magnética nuclear (RMN), assim como, a geração de diagramas de energia dos orbitais moleculares e a visualização da superfície de potencial eletrostático.

Tendo em vista que, o acesso a internet é um fator limitante para o uso de aplicativos, no contexto educacional, uma característica que deve ser considerada para a escolha de um App, é a possibilidade de seu uso *offline*. Dentre os 24 aplicativos testados, 17 podem ser utilizados sem a necessidade de uma conexão com a internet enquanto 7 (Khan Academy,

Prepara ENEM 2019, Brainly, Socratic, Ciência News – Ciência Channel e Química) são aplicativos que demandam uso *online*.

3.2. Uso dos Apps analisados como ferramentas para o desenvolvimento de competências da BNCC, para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: explorando algumas possibilidades

Após análise dos aplicativos, buscou-se identificar possíveis aplicações destes, como ferramentas para o desenvolvimento das competências da área de ciências da natureza e suas tecnologias estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio.

A BNCC é um documento de caráter normativo, que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica (Brasil, 2018). Segundo a Base, “as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências.” (Brasil, 2018, p. 13). O Quadro 4 apresenta as três competências específicas para a área de ciências da natureza e suas tecnologias estabelecidas para o ensino médio na BNCC.

Quadro 4. Competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio.

Competência	Descrição
Competência específica 1	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
Competência específica 2	Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
Competência específica 3	Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Brasil/2018.

Para o desenvolvimento das competências estabelecidas na Base Nacional, são necessários estudos referentes a diferentes conceitos. O desenvolvimento da competência específica 1, por exemplo, conforme a BNCC, pode mobilizar estudos referentes a:

[...] estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; entre outros (Brasil, 2018, p. 540).

Diversos aplicativos analisados possibilitam o estudo de conceitos a serem mobilizados para o desenvolvimento da competência específica 1 (Quadro 5). Na categoria referências/guias de estudo tem-se aplicativos que podem ser ferramentas, tanto para estudo prévio, quanto para a revisão de conteúdos (Química completa e Khan Academy), assim como, Apps com foco na revisão e teste de conhecimentos (Resumão de química, RevisApp, Prepara ENEM 2019 e Elementos químicos e tabela periódica). Têm-se, também, aplicativos como Socratic e Brainly, que auxiliam em buscas para sanar dúvidas e Ciência News – Ciência Channel, que pode ser uma fonte de artigos sobre diversos temas. Na categoria utilitários, o App “produtos perigosos” pode ser útil para a consulta de informações inerentes as características de diferentes substâncias. Já nas categorias tabela periódica e visualização molecular, todos os aplicativos analisados podem ser utilizados como ferramentas no estudo dos conceitos necessários ao desenvolvimento desta competência específica, como estrutura da matéria e cálculos estequiométricos, por exemplo.

Quanto a competência específica 2, a BNCC do ensino médio diz que:

[...] nessa competência específica, podem ser mobilizados conhecimentos relacionados a: origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; cadeias alimentares; respiração celular; fotossíntese; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; entre outros (Brasil, 2018, p. 542).

Para tal objetivo, os mesmos Apps da categoria referências/guias de estudo indicados para auxiliar na aquisição dos conhecimentos necessários ao desenvolvimento da competência específica 1, são também recomendados para o desenvolvimento da competência específica 2.

Também podem contribuir para o desenvolvimento da competência específica 2, os Apps analisados na categoria tabela periódica e visualização molecular. Os aplicativos de tabela periódica podem ser utilizados para consulta de informações sobre os elementos químicos presentes em diferentes biomoléculas, por exemplo, enquanto aplicativos de

visualização molecular podem ser empregados para a construção e visualização de biomoléculas em 3D e simulação de seus espectros de IV e RMN permitindo, desta forma, trabalhar questões sobre ondas, ressonância, espectros eletromagnéticos e suas aplicações tecnológicas para determinação de estruturas químicas.

Já em relação aos conhecimentos necessários para o desenvolvimento da competência específica 3, a BNCC diz que:

[...] podem ser mobilizados conhecimentos relacionados a: aplicação da tecnologia do DNA recombinante; identificação por DNA; emprego de células-tronco; produção de armamentos nucleares; desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica; estrutura e propriedades de compostos orgânicos; agroquímicos; controle biológico de pragas; conservantes alimentícios; mineração; herança biológica; darwinismo social, eugenia e racismo; mecânica newtoniana; equipamentos de segurança (Brasil, 2018, p. 544).

De acordo com o exposto, infere-se que os mesmos aplicativos apontados como de potencial utilização, para a aquisição dos conhecimentos necessários ao desenvolvimento das competências específicas 1 e 2 são, também, indicados para a mobilização de conhecimentos relacionados a competência 3 (Quadro 5). Podem assumir protagonismo para o desenvolvimento desta competência Apps, como Ciência News – Ciência Channel, Socratic e Brainly, que podem ser utilizados objetivando que os estudantes desenvolvam suas capacidades de seleção e discernimento com relação as informações disponíveis.

No Quadro 5 estão listados os aplicativos analisados, que podem contribuir para o desenvolvimento de cada uma das três competências específicas da área de ciências da natureza e suas tecnologias, tendo como foco, os conhecimentos químicos necessários para alcançar tal objetivo.

Quadro 5. Aplicativos com potencial uso por competência específica da área de ciências da natureza e suas tecnologias.

Competência	Aplicativos
Competência específica 1	Química completa; Khan Academy; Resumão de química; RevisApp; Prepara ENEM 2019 (Simulado e redação); Elementos químicos e tabela periódica: nomes, teste; Socratic; Brainly; Ciência News – Ciência Channel; Produtos perigosos; todos os aplicativos analisados nas categorias tabela periódica e visualização molecular.
Competência específica 2	Química completa, Khan Academy, Resumão de química, RevisApp, Prepara ENEM 2019 (Simulado e redação), Socratic; Brainly; Ciência News – Ciência Channel; Moléculas; Molecular constructor, Mobile Molecular Modeling – Mo3 e todos os aplicativos analisados na categoria tabela periódica.
Competência específica 3	Química completa, Khan Academy, Resumão de química, RevisApp, Prepara ENEM 2019 (Simulado e redação), Socratic; Brainly; Ciência News – Ciência Channel; Produtos perigosos; Moléculas; Molecular constructor, Mobile Molecular Modeling – Mo3 e todos os aplicativos analisados na categoria tabela periódica.

Fonte: Elaborado pelos autores/2020.

Além dos Apps indicados no Quadro 5, os aplicativos das categorias utilitários e desenho de estruturas testados, embora não indicados acima, podem também ser ferramentas úteis para estudantes e professores auxiliando-os em diferentes tarefas, como o desenho de estruturas químicas e mecanismos de reação, por exemplo.

Contudo, as potencialidades dos aplicativos que são destacadas neste estudo, para o desenvolvimento das três competências, correspondem a somente algumas das possíveis contribuições destes, para que docentes e discentes alcancem seus objetivos. O professor poderá, de acordo com as particularidades da realidade onde atua, determinar as melhores formas de explorar o uso dos aplicativos móveis, empregando seus conhecimentos pedagógicos e experiências em sala de aula para desenvolver as competências e habilidades pretendidas. Da mesma forma, o discente, assumindo um maior protagonismo, poderá explorar as potencialidades dos aplicativos para seus estudos e verificar quais Apps melhor atendem as suas expectativas e necessidades.

4. Considerações Finais

No estudo foi possível verificar potenciais contribuições de alguns dos Apps para dispositivos móveis, com sistema operacional Android, disponíveis na Google Play Store, como ferramentas que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos. O estudo também, identifica os aplicativos que abordam conceitos relacionados a

química que podem ser mobilizados para o desenvolvimento das competências específicas da área de ciências da natureza e suas tecnologias, estabelecidas na BNCC para o ensino médio.

Observou-se nesta pesquisa, entre os aplicativos de química disponíveis, uma predominância de Apps enquadrados na categoria referências/guia de estudos. Nas aplicações desta categoria testadas, constatou-se um foco principal em conteúdo do ensino médio e no preparo de estudantes para o ENEM e vestibular através da disponibilização de videoaulas, conteúdos na forma de texto, resumos, lista de exercícios e simulados.

Identificou-se também, embora em menor número, a disponibilidade de aplicativos de tabela periódica, visualização molecular, utilidades e desenho de estruturas. Os aplicativos de tabela periódica testados, podem ser uma importante ferramenta para consulta de informações sobre os elementos químicos, enquanto os Apps de visualização molecular possibilitam melhor visualização dos orbitais e estruturas químicas em 3D.

Já dentre os utilitários, merecem destaque os conversores de unidades, que permitem a realização de cálculos rápidos, podendo desta forma, ser úteis para estudantes, professores e profissionais da área.

Por fim, os aplicativos de desenho de estruturas testados mostraram possibilitar o desenho de moléculas e mecanismos de reações.

Deste modo, são inúmeras as possibilidades de utilização dos diferentes aplicativos testados por estudantes, professores e profissionais da química e áreas afins, cabendo, desta forma, a cada um explorá-las de acordo, com as suas necessidades e objetivos.

Merece também destaque a importância do desenvolvimento de aplicações móveis que atendam cada vez mais e melhor as demandas dos sujeitos, dentro do processo de ensino-aprendizagem, preenchendo, assim, eventuais lacunas dentre os Apps disponíveis, bem como, a incorporação, nas formações inicial e continuada dos docentes, da discussão e exploração das diferentes tecnologias de informação e comunicação, como possíveis ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), para a realização da pesquisa.

Referências

Araújo, K., & Araújo, J. (2014). EaD em Tela: docência, ensino e ferramentas digitais. *RBLA*, 14(3), 735–742.

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. Ministério da Educação. Brasília, DF. Acesso em 20 de novembro de 2019, em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf.

Ferreira, D. F. M. A. (2015). *Aprendizagem Móvel no Ensino Superior: o uso do Smartphone por alunos do Curso de Pedagogia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Firmino, E., Sampaio, C., Guerra, M., Nojosa, A., Saldanha, G., Vasconcelos, A., & Barroso, M. (2019). Aplicativos móveis para uso no Ensino de Químico: uma breve análise. *Research, Society and Development*, 8(7), e23871127.

Fonseca, A. G. M. F. (2013). Aprendizagem, mobilidade e convergência: Mobile Learning com Celulares e Smartphones. *Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano*, (2), 163–181.

Greszczyszyn, M. C. C., Camargo Filho, P. S., & Monteiro, E. L. (2016). Aplicativos Educacionais para Smartphone e sua Integração com o Ensino de Química. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.*, 17, 398–403.

IDC Brasil. (2018). *Após dois anos, mercado de smartphones cresce em 2017 e atinge o segundo melhor desempenho de vendas*. Acesso em 29 de outubro de 2019, em <http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=2312>.

IDC Corporate. (2020). *Smartphone Market Share*. Acesso em 14 de maio de 2020, em <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>.

Jara, I., Claro, M., & Martinic, R. (2012). *Mobile Learning for Teachers in Latin America: Exploring the Potential of Mobile Technologies to Support Teachers and Improve practice*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Klein, V., Santos, C. V., & Souza, D. M. (2018). Aplicativos educacionais para o ensino de química: Incidência e análise em trabalhos científicos. *Redin – Revista Educacional Interdisciplinar*, 7(1).

Leite, B. S. (2016). Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. *Renote*, 14(2), 1-10.

Leite, M. A. P., & Rodrigues, S. J. S. (2017). M-Learning no ensino técnico de química: classificação e avaliação de aplicativos móveis. *Revista CIENTEC*, 9(1), 24-34.

Libman, D., & Huang, L. (2013). Chemistry on the Go: Review of Chemistry Apps on Smartphones. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 320-325.

Moreno, E. L., & Heidelmann, S. P. (2017). Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 39(1), 12–18.

Neves, N. P. S. (2014). Currículo e Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação. *Informática na Educação: teoria e prática*, 17(2), 47–57.

Nichele, A. G. (2015). *Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e de aprendizagem em química: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul*. Tese de doutorado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil.

Nichele, A. G., & Schlemmer, E. (2014). Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *Renote*, 12(2).

Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Tavares, R., Souza, R. O. O., & Correia, A. O. (2014). A study on “ICT” and teaching of chemistry. *Revista Gestão, Inovação e Tecnologias*, 3(5), 155–167.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Anderson da Silva Rosa – 50%

Rafael Roehrs – 50%