

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL - CAMPUS PORTO ALEGRE

Letícia Zielinski do Canto

**Ensino e Aprendizagem em Química Orgânica: Uma Investigação sobre o uso de
*Smartphones e Tablets***

Porto Alegre

2017

Letícia Zielinski do Canto

**Ensino e Aprendizagem em Química Orgânica: Uma Investigação sobre o uso de
*Smartphones e Tablets***

Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul Campus Porto Alegre para obtenção do grau de Licenciada em Ciências da Natureza.

Orientadora: Prof^a. Dra. Aline Grunewald Nichele

Porto Alegre

2017

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos será nesse momento, minha pequena retribuição àqueles que me ajudaram a me construir como pessoa.

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida.

À Prof^a. Dra. Aline Grunewald Nichele, minha orientadora, por ter despertado em mim o interesse em querer aprender sobre as tecnologias na educação em Química. Por suas orientações, pelo compartilhar de conhecimentos, pelo carinho e confiança em mim dispensados desde o início dessa parceria.

Aos demais professores do IFRS, pela dedicação e ensinamentos compartilhados.

Aos amigos(as) Victória, Pricila, Sheyla, Átila, Paula, Viviane, Marcelo, Eduardo, que compartilharam alegrias, angústias, conhecimentos, ideias.

Aos meus pais por todo amor, pois se há algo que faz diferença na formação da personalidade e na vida de uma pessoa é o amor que ela recebe. Vocês me educaram com amor, se dedicaram à minha educação como ser humano e não mediram esforços para garantir meus estudos.

Ao meu irmão, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu namorado Lucas, por todo amor, companheirismo, compreensão, muito obrigado por ter estado ao meu lado nessa fase tão importante da minha vida.

À minha família, especialmente a minha avó Aínda, minha primeira educadora. Ao meu primo Tiago e tia Raini pelo apoio incondicional e estímulo.

A vocês meu muito obrigado!

RESUMO

O ensino e a aprendizagem de Química Orgânica requerem a abstração e articulação entre as três dimensões que envolvem o conhecimento químico: dimensão submicroscópica, representacional e macroscópica. Baseando-se nesses aspectos, juntamente com o maior acesso pelos estudantes às tecnologias móveis e sem fio (TMSF), em especial *tablets* e *smartphones*, esta pesquisa busca entender como o uso das TMSF pode auxiliar no ensino e na aprendizagem em Química Orgânica. A partir disso o objetivo geral dessa pesquisa é conhecer como as TMSF têm sido adotadas e podem contribuir no ensino de Química Orgânica. Os objetivos específicos são: a) Investigar as estratégias de ensino e aprendizagem de Química Orgânica, apoiadas por *smartphones* e *tablets*, que vem sendo desenvolvidas; b) Identificar os temas da Química Orgânica que têm sido desenvolvidos nas estratégias de ensino e aprendizagem com o apoio de dispositivos móveis; c) Selecionar e avaliar aplicativos (Apps) que podem contribuir para o ensino de Química Orgânica; d) Identificar os Apps com potencial de utilização na educação quanto aos temas da Química Orgânica; e) Identificar como as estratégias de ensino e aprendizagem de Química Orgânica e os Apps selecionados podem contribuir para o ensino dessa área da Química. Para atender a esses objetivos, essa pesquisa possui caráter qualitativo e exploratório e envolveu o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica e investigação de Apps. A pesquisa bibliográfica foi efetuada por meio da busca de artigos científicos em bases de dados da CAPES, compreendendo o período de 2010 a 2017. As buscas por Apps foram realizadas nas lojas virtuais 'Play Store' e 'App Store'. A partir delas foram selecionados e avaliados Apps utilizando-se um modelo previamente proposto. Foram selecionados nove artigos e cinquenta e nove Apps para análise documental. Os artigos e Apps selecionados foram categorizados e organizados por meio de quadros e a partir de sua análise buscou-se responder às questões desta pesquisa.

Palavras-chave: Química Orgânica, dispositivos móveis, ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

Teaching and learning of Organic Chemistry require the abstraction and articulation among the three dimensions that involve chemical knowledge: submicroscopic dimension, representational and macroscopic. Based on these aspects and considering the biggest access by students of mobile and wireless technologies (MWT), as tablets and smartphones, this research seeks to understand how the use of MWT can assist in teaching and learning in Organic Chemistry. From this, the general objective of this research is to know how the MWT have been adopted and can contribute to teach and learn Organic Chemistry. The specific objectives are: a) To investigate the teaching and learning strategies of Organic Chemistry, supported by smartphones and tablets, which have been developed; b) Identify the topics of Organic Chemistry that have been developed in teaching and learning strategies with the support of mobile devices; c) Select and evaluate applications (Apps) that can contribute to the teaching of Organic Chemistry; d) Identify Apps with potential use in education regarding the themes of Organic Chemistry; e) Identify how the teaching and learning strategies of Organic Chemistry and the selected Apps can contribute to the teaching of this area of Chemistry. To achieve these objectives, this research has a qualitative and exploratory character and involved the development of a bibliographic research and a research of Apps. The bibliographic research was carried out through the search of scientific articles in CAPES databases comprising of the period from 2010 to 2017. Apps searches were conducted in the virtual stores of 'Play store' and 'App Store'. From these virtual stores the Apps were selected and evaluated using a previously proposed model. Nine articles and fifty-nine Apps were selected and analysed by documentary analysis. Selected articles and Apps have been categorized and organized using tables and from this analysis, an attempt was made to answer the questions of this research.

keywords: Organic Chemistry, mobile devices, teaching and learning

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1.2.1 As origens da Química Orgânica.....	10
1.2.3 TMSF: inserção na sociedade e nas escolas	12
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 AS DIMENSÕES DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA	17
2.2 DESAFIOS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA.....	18
2.3 O ENSINO E A APRENDIZAGEM EM QUÍMICA MEDIADA PELAS TECNOLOGIAS.....	22
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 NATUREZA	31
3.2 INSTRUMENTOS, MATERIAIS E COLETA DE DADOS.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 “ACHADOS” DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	36
4.1.2 Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps “Gerais”	39
4.1.3 Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps de Química.....	48
4.2 TEMAS DA QUÍMICA ORGÂNICA ABORDADOS NOS PROCESSOS EDUCACIONAIS APOIADOS PELAS TECNOLOGIAS	51
4.3 “ACHADOS” DOS APPS	51
4.4 TEMAS DA QUÍMICA ORGÂNICA ABORDADOS NOS APPS.....	53
4.5 CONTRIBUIÇÕES DAS TMSF PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA QUÍMICA ORGÂNICA	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6 REFERÊNCIAS.....	69

APÊNDICE	74
APÊNDICE A – QUADRO DE RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	74
APÊNDICE B – QUADRO DE RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE APLICATIVO	79

1 INTRODUÇÃO

A Química é uma ciência com grande importância para o desenvolvimento tecnológico e econômico. No que se refere ao ensino e aprendizagem de Química, em especial à Química Orgânica, essa tem grande importância pela existência e aplicações de inúmeras substâncias, as quais estão presentes na origem da vida e são essenciais para sua manutenção, quer seja pela constituição dos organismos vivos ou por suas relações exteriores que envolvem alimentação, vestuário, medicamentos, entre outros (Ferreira e Del Pino, 2009).

Na atualidade, outro campo do desenvolvimento tecnológico, em especial o relacionado à adoção de tecnologias móveis e sem fio (TMSF), como *smartphones* e *tablets*, deve ser considerado para os processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que

vivemos num momento histórico-social e político marcado pela rápida e crescente produção, disseminação e uso de diferentes tecnologias digitais interligadas em rede. [...] É por meio da ação, da interação em rede que as pessoas realizam trocas de toda natureza, compartilham experiências, aprendizagens, ideias, projetos, constroem conhecimento de forma colaborativa e cooperativa. Enfim, a sociedade atual, nos mais diversos setores, cada vez mais se estrutura e se organiza a partir dessas tecnologias (SCHLEMMER, 2011, p.2).

A popularização de TMSF, como *smartphones* e *tablets*, se deve, em grande parte, à versatilidade de funções que os mesmos podem desempenhar e as diversas possibilidades geradas pelo uso de aplicativos (Apps). A esse respeito, Moran (2012) destaca a mobilidade, flexibilidade temporal, espacial e a conectividade como características principais das TMSF.

Tais características citadas anteriormente possibilitam oportunidades no campo da educação. Especificamente para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica a visualização e a interatividade presente em Apps voltados à área da Química podem ser exploradas em situações de ensino, de forma que possibilitem aos discentes ampliar a compreensão dessa ciência.

Nesse contexto, este trabalho busca pesquisar a adoção dessas TMSF para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica, para que essas sirvam de motivação e inspiração aos professores dessa ciência estimulando a adoção desses dispositivos em suas aulas.

1.1 JUSTIFICATIVA

O maior acesso da população às TMSF oportuniza seu uso no contexto educacional, uma vez que a geração que atualmente frequenta a escola, além de ter mais acesso a essas tecnologias, nasceu em um contexto em que as TMSF sempre estiveram presentes no seu dia-a-dia. Para isso é importante que a escola e professores reconheçam o potencial dessas para a educação, fazendo-se necessário a descoberta e uso de práticas mais coerentes com a realidade em que os estudantes estão inseridos. Nesse sentido para que as tecnologias possam trazer alterações no processo educativo, “elas precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Isso significa que é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença” (KENSKI, 2007, p.46).

Como articulador desta dinâmica tem-se o professor, que tem como desafio incorporar as ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, a formação inicial e continuada dos docentes são fundamentais.

Nos cursos de licenciatura em Química, poucas disciplinas são oferecidas relacionando as TMSF e o ensino de Química (PESSOA, 2007). O estudante de licenciatura, futuro professor, necessita de uma formação que o habilite a incorporar tais tecnologias na sua prática escolar. Sendo que, a utilização e incorporação das tecnologias na sala de aula é muito importante quando utilizadas para auxiliar os alunos na construção de novos conhecimentos.

No que se refere ao ensino e aprendizagem em Química, esse apresenta alguns desafios peculiares, por se tratar de uma ciência abstrata. Segundo Giordan (2008), há consenso de que o conhecimento químico é construído pela articulação de três dimensões da realidade: a macroscópica, a submicroscópica e a representacional.

Grande parte do processo de ensino e aprendizagem faz uso apenas das dimensões macroscópica e representacional, deixando de lado, muitas vezes, os aspectos correspondentes à dimensão submicroscópica, por exigir maior abstração por parte dos alunos.

Com o intuito de estabelecer relações entre as três dimensões do conhecimento químico, acredita-se que a adoção das TMSF, em especial *tablets* e *smartphones*, pode viabilizar novas oportunidades para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica, apoiando a visualização e habilidades de abstração que são necessárias para a aprendizagem dessa área da Química, assim como desempenhando um papel importante na motivação nos processos de ensino e de aprendizagem.

Nesse contexto e vislumbrando o ensino e aprendizagem de Química Orgânica com adoção de tecnologias digitais, docentes e discentes terão de lidar com situações que integrem as TMSF no âmbito educacional, o que dá origem a questão principal dessa pesquisa: Como a utilização das TMSF, como *smartphones* e *tablets*, podem contribuir no ensino e aprendizagem em Química Orgânica?

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 As origens da Química Orgânica

O domínio do fogo foi um dos primeiros conhecimentos ligados à Química desenvolvido pelo homem (CHASSOT, 1995). Era uma tarefa muito associada a forças sobre-humanas, por conseguinte, ao culto místico e religioso.

Segundo Junior e Silva (2016) algumas passagens bíblicas e outras escrituras da antiguidade já evidenciam o uso da Química, principalmente na fabricação de vinhos.

Não é possível se referir ao surgimento da Química sem mencionar à alquimia, sendo que “por muito tempo, essa ciência foi denominada de alquimia que combinava magia, química e astronomia na busca pela transmutação dos metais e na descoberta do elixir da longa vida” (JUNIOR e SILVA, 2016, p. 60).

Entretanto, as origens da alquimia e da própria Química perderam-se em tempos que não têm registros, não sendo possível afirmar com certeza o início de cada uma. Dois cientistas foram marcantes na constituição da Química como ciência, Robert Boyle

(1627-1691) pela introdução do “método científico” e Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) com sua publicação “*Traité élémentaire de chemie*” (CHASSOT, 1995).

A evolução da Química, ao lado das diversas transformações da sociedade, resultaram em suas subdivisões – dentre elas a Química Inorgânica, Físico-Química, e a Química Orgânica.

A Química Orgânica surgiu mediante proposta de divisão desta ciência, feita por Torben Olof Bergman (1735-1784), químico sueco, no ano de 1777. Para ele, a química se dividia em duas: orgânica e inorgânica. De acordo com Ferreira *et al.* (2007, p.13) “durante muito tempo, a Química Orgânica foi considerada como a Química dos produtos naturais de origem animal e vegetal, derivando daí seu nome”.

Apesar da sua grande utilização, principalmente o uso de produtos naturais na busca por alívio e cura de doenças por meio da ingestão de ervas e folhas, era pouco o conhecimento que se tinha sobre as propriedades e composição dos compostos orgânicos (PAZINATO, 2012).

A primeira teoria para o entendimento da origem da Química Orgânica vem da proposta de Berzelius (1779-1848) a chamada “Teoria da Força Vital”. Segundo esta teoria, os compostos orgânicos só podem ser formados no interior dos corpos dos seres vivos, pois estes possuem uma força vital, única possível de fabricar tal classe de compostos.

Essa teoria perdurou até 1828, quando o alemão Friedrich Wöhler (1800–1882), partindo do cianato de amônio, conseguiu, por aquecimento, obter a ureia, composto orgânico (SOLOMONS e FRYHLE, 2000).

À medida que esse experimento, junto de outros, derrubaram a teoria do vitalismo, a proposta de química dos organismos vivos, se tornou inadequada. Então Kekulé (1829-1896), químico alemão, lançou as bases da moderna Química Orgânica, propondo uma nova definição, como sendo o ramo que estuda os compostos de carbono. Sendo assim, atualmente, segundo Solomons e Fryhle (2000), a Química Orgânica é a química dos compostos de carbono.

1.2.3 TMSF: inserção na sociedade e nas escolas

As inovações transformam a relação do homem com o meio em que vive. Em relação ao acesso às tecnologias digitais não foram diferentes. A interatividade e conexão proporcionada pelas tecnologias têm contribuído para o acesso à informação, para a organização e a reorganização das informações.

No que se refere ao acesso às tecnologias como internet, computadores, telefones celulares e *tablets*, nos últimos anos tem-se observado um significativo aumento da adoção dessas tecnologias pela população. Este aumento pode ser constatado por meio de dados censitários divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em especial pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Para o reconhecimento do perfil dos brasileiros e, em especial, da parcela de estudantes, no que se refere ao acesso às TMSF consultou-se as edições dos anos de 2015, 2014, 2013 e 2011 da PNAD. A seguir serão apresentados dados referentes à utilização da Internet pela população em geral e por faixa etária, entre outros dados censitários, que permitem compreender a situação de adoção das TMSF pela população brasileira.

No que se refere à utilização da Internet, os dados de 2015 indicam que 55,7% da população acessou a rede pelo menos uma vez, em um período de três meses. Os dados em relação ao percentual de brasileiros que utilizaram a internet entre os anos de 2011 a 2015 são disponibilizados no Quadro 1.

Quadro 1. Percentual de brasileiros que utilizaram a Internet nos anos de 2015, 2014, 2013 e 2011.

Anos	Acesso a internet (%)
2011	46,5
2013	49,4
2014	54,4
2015	55,7

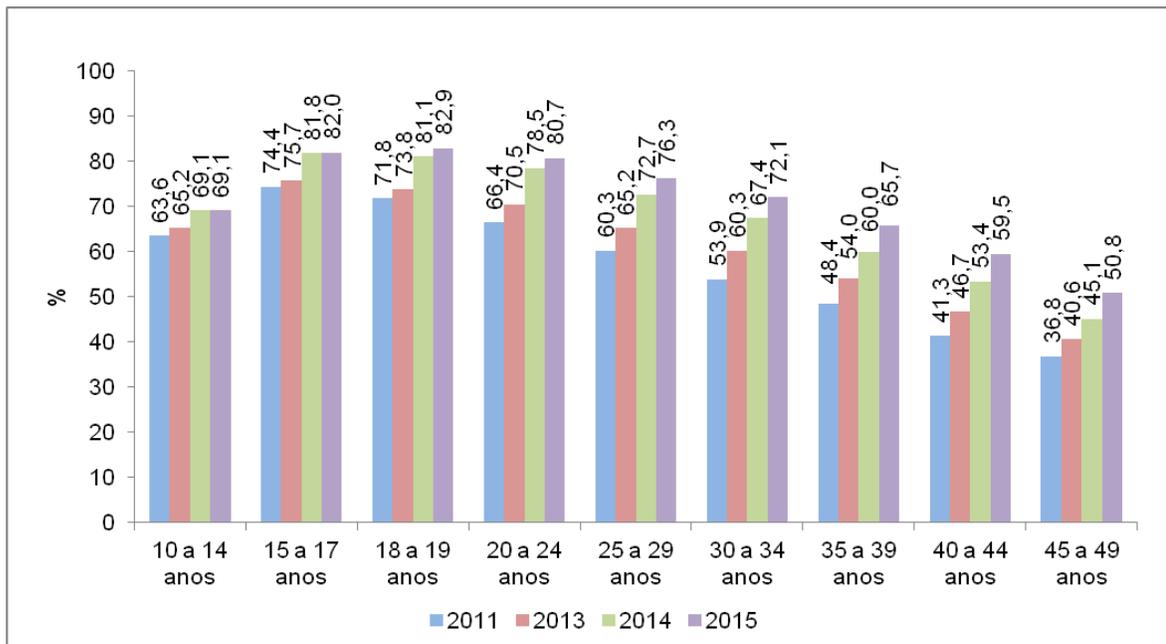
Fonte: IBGE, PNAD

Os dados de acesso a internet por faixa etária indicam que o contingente formado pela população com idade entre 15 e 24 anos registram os maiores

porcentuais de utilização da internet entre 2011 e 2015 (Figura 1). Cabe ressaltar que esta é a geração que atualmente frequenta as escolas e universidades, a qual nasceu inserida na era do computador e da internet.

Os estudantes dessa faixa etária são denominados por Tapscott (2010) de “geração internet”. Uma característica marcante desta geração é a sua relação com as TMSF. Para eles, essas tecnologias são consideradas como algo natural, algo que sempre esteve presente no seu dia-a-dia.

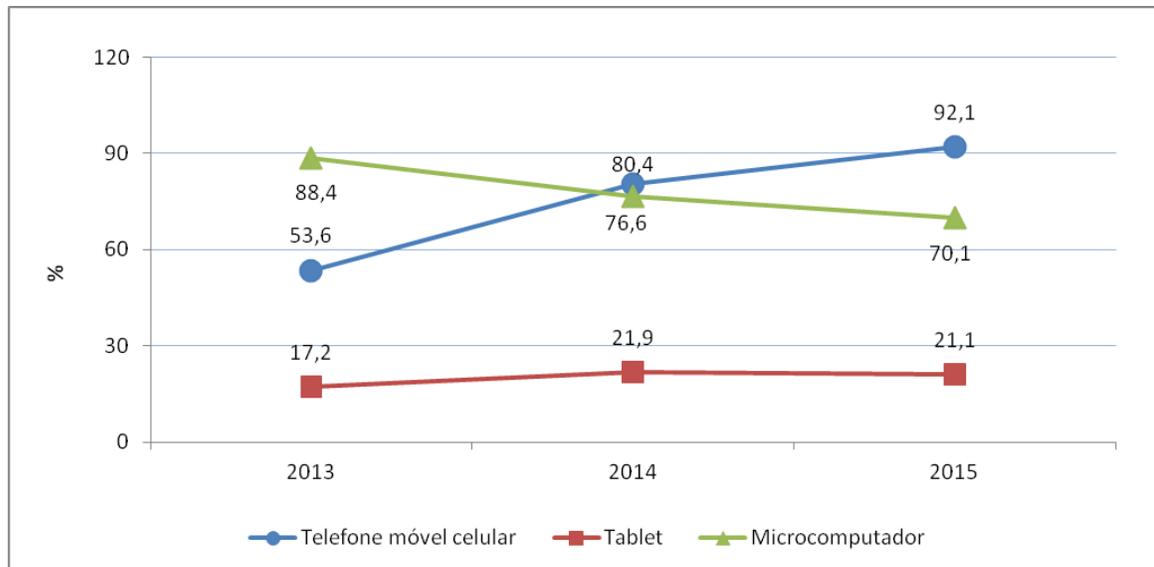
Figura 1. Gráfico com o percentual de pessoas que utilizaram a Internet, na população de 10 anos ou mais de idade, por grupos de idade nos anos de 2015, 2014, 2013 e 2011.



Fonte: Adaptado de IBGE, PNAD

Até 2013 o dispositivo mais utilizado para acessar a internet era o microcomputador. Em 2014, o uso do telefone celular para acessar a Internet ultrapassou o uso de microcomputador nos domicílios brasileiros (Figura 2).

Figura 2. Gráfico com o percentual de tipo de equipamento utilizado nos domicílios brasileiros para acessar a internet nos anos de 2013, 2014 e 2015.



Fonte: Adaptado de IBGE, PNAD

O acesso a internet por meio do microcomputador vem diminuindo, e outros equipamentos têm ganhado relevância, principalmente o uso do telefone móvel celular, consolidando-se como o principal dispositivo para acesso a Internet, sendo utilizado em 92,1% dos domicílios brasileiros.

Em vista disso, afirma-se que o uso da internet e de TMSF para acesso a internet vem tendo avanços consideráveis. Isso diversificou e mudou a forma como as pessoas trabalham, estudam e até mesmo se relacionam, sendo que essas tecnologias proporcionam que informações possam ser acessadas em qualquer lugar e a qualquer momento, proporcionando assim mobilidade.

Em relação ao acesso a essas tecnologias pelos estudantes, no Quadro 2 é possível observar o percentual de estudantes brasileiros, com 10 anos de idade ou mais, que possuem telefone móvel celular e o percentual de estudantes que acessam a internet.

Quadro 2. Percentual de indivíduos que possuem telefone móvel celular e utilizam internet na população nos anos de 2011, 2013, 2014 e 2015.

Anos de referência	Posse de Telefone móvel celular		Acesso a internet	
	Estudante	Não estudante	Estudante	Não estudante
2011	62,3	71,1	72,6	38,9
2013	69,9	76,6	74,9	42,5
2014	73,6	79,1	79,5	47,8
2015	74	79,4	79,8	51,7

Fonte: IBGE, PNAD

De acordo com o Quadro 2, o percentual de pessoas com telefone celular é maior entre não estudantes do que entre estudantes, sendo, respectivamente, 79,4% e 74%. Entretanto, o acesso a internet é maior entre os estudantes (79,8%) do que os não estudantes (51,7%).

Quando observada a rede de ensino frequentada pelos estudantes, aqueles da rede de ensino privada possuem maior acesso a essas tecnologias em relação aos estudantes da rede pública de ensino. A posse de telefone móvel celular na rede privada foi de 93,7%, na rede pública este percentual era de 67,2% em 2015. Para acesso a internet na rede privada, foi de 97,3%, enquanto na rede pública, 73,7% também para o mesmo ano. (PNAD 2016)

A utilização de *tablets* e *smartphones* no contexto da educação é recente, assim como são incipientes as pesquisas e as estratégias de ensino e aprendizagem que as adotam. Por outro lado, o cenário de popularização e adoção das TMSF pelos estudantes é crescente a cada ano; em vista disso, o seu uso, bem como a sua apropriação nas práticas pedagógicas, são oportunos principalmente no que se refere aos processos de ensino e aprendizagem em Química.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Essa pesquisa tem como objetivo conhecer como as TMSF, em especial *tablets* e *smartphones*, têm sido adotadas e podem contribuir no ensino e aprendizagem de Química Orgânica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar as estratégias de ensino e aprendizagem de Química Orgânica apoiadas por *smartphones* e *tablets*, que vem sendo desenvolvidas;
- Identificar os temas da Química Orgânica que têm sido desenvolvidos nas estratégias de ensino e aprendizagem com o apoio de dispositivos móveis;
- Selecionar e avaliar aplicativos para *smartphones* e *tablets* que podem contribuir para o ensino de Química Orgânica;
- Identificar os aplicativos com potencial de utilização na educação quanto aos temas da Química Orgânica.
- Identificar como as estratégias de ensino e aprendizagem de Química Orgânica e os aplicativos selecionados podem contribuir para o ensino dessa área da Química.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AS DIMENSÕES DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

A Química utiliza uma linguagem simbólica própria para a representação dos fenômenos submicroscópicos por meio de modelos macroscópicos. Em vista disso, faz-se necessário adentrar em algumas particularidades inerentes a essa ciência, especialmente no que diz respeito à compreensão das três dimensões do conhecimento químico, a macroscópica (tangível), a submicroscópica (atômica e molecular) e a representacional (simbólica) na qual a Química é expressa. A ideia de que o conhecimento químico possui três dimensões tornou-se paradigmático na educação em Química.

Johnstone (1982) um dos primeiros autores a destacar os diferentes níveis de pensamento e de representação em Química, definiu o nível macroscópico para os fenômenos e processos químicos que são observáveis e visíveis no mundo por meio de medições e informações sensoriais; o nível submicroscópico refere-se aos movimentos e arranjos de moléculas, átomos e modelos de partículas da matéria; e, o nível representacional, também referido como nível simbólico, abrangeu os símbolos químicos, as fórmulas químicas, as equações químicas e as equações matemáticas.

Para Johnstone (2000), essas três formas podem ser pensadas como cantos de um triângulo, denominado “triângulo de Johnstone”, sendo que nenhuma forma é superior a outra, mas todas se complementam.

Para que o ensino de Química seja efetivo é necessário explorar os fenômenos químicos nos diferentes níveis de representação conectando um aos outros. Segundo Giordan (2008), há consenso de que o conhecimento químico é construído pela articulação dessas três dimensões da realidade: a macroscópica, a submicroscópica e a representacional.

Entretanto, quando apresentados aos estudantes exemplos de fenômenos químicos, estes se concentram mais sobre as características concretas e perceptíveis, e apresentam dificuldades ao realizar conexões entre os diferentes níveis de representação (WARTHA e REZENDE, 2015). Sendo que “parte dos fenômenos e

processos perceptíveis da Química são observáveis por meio de informações sensoriais e mensuráveis, ou seja, se concretizam em uma dimensão macroscópica”. (GIORDAN, 2008 p. 178).

Conseqüentemente, devido ao pensamento dos estudantes se basearem em informações sensoriais, eles têm a tendência de se manterem no nível macroscópico em suas explicações, não sendo prósperos na construção de conceitos que relacionam os níveis submicroscópicos e representacionais, visto que a transição do visual para o abstrato em termos conceituais nem sempre ocorre.

Mas como seria possível, num fenômeno químico, explorar os três níveis? Na tentativa de ilustrar e esclarecer como o ensino de Química pode abrigar os três níveis, Pauletti *et al.* (2014) ressaltam a importância da utilização de estratégias de ensino que envolvam as três dimensões do conhecimento químico, nesse contexto é apresentado um exemplo, descrito abaixo, envolvendo o ensino de reação de combustão.

- a) A combustão do gás propano em nível macroscópico é a própria visualização a olho nu do fogo;
- b) A combustão do gás propano em nível simbólico pode ser representada pela equação de combustão;
- c) A combustão do gás propano em nível microscópico pode ser representada da seguinte forma: Uma molécula de gás propano reagiu com cinco moléculas de oxigênio gasoso formando três moléculas de dióxido de carbono gasoso e quatro moléculas de água e nesse processo foi liberado calor/energia. (PAULETTI *et al.*, 2014, p. 125)

A partir disso, no ensino e aprendizagem de Química é importante criar situações que possam propiciar a reflexão sobre o universo macroscópico ao estudante e que essa esteja acompanhada da simbologia e, ao mesmo tempo, que utilize recursos educacionais que permitam a compreensão do nível molecular. Dessa forma, as articulações dessas três dimensões auxiliarão o estudante a compreender e a formular seus próprios modelos explicativos.

2.2 DESAFIOS NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA

No estudo da Química apesar de os fenômenos serem observáveis na natureza em uma visão macroscópica, os desafios no ensino e aprendizagem dessa ciência

umentam quando é abordada simultaneamente em nível submicroscópico e em nível simbólico, pois essas representações estão fora do universo conceitual do estudante. Contudo, para conseguir isso, os estudantes se defrontam com um elevado número de leis e conceitos, inéditos e abstratos, sendo preciso estabelecer conexões e/ou aproximações com uma linguagem simbólica formalizada, eventualmente junto com modelos analógicos que ajudam a representar aquilo que não é observável (POZO e CRESPO, 2009).

Desse modo, ainda segundo os autores acima, justifica-se a afirmação de que um dos maiores obstáculos que a aprendizagem de Química enfrenta é a presença frequente de abstrações. Então, a compreensão da Química para alguns autores está relacionada à “natureza particulada, abstrata e não observável da Química, e da necessidade de rápida transferência entre os três níveis de representação” (GIORDAN, 2008, p.180).

Sendo assim, os desafios de ensinar e aprender essa ciência também pode estar na aprendizagem humana, bem como na natureza intrínseca do assunto (JOHNSTONE, 2000). Em vista disso, faz-se necessário adentrar em algumas particularidades especificamente da Química Orgânica, tema ao qual este trabalho se debruça.

As dificuldades de aprendizagem da linguagem da Química,

[...] estão associadas à distinção em relação à linguagem comum, à sua especificidade quase hermética e, muito provavelmente, às dificuldades em se estabelecer as necessárias relações entre os entes químicos do mundo microscópico e do macroscópico. (ROQUE; SILVA, 2008 p. 922)

Esses significados nem sempre são apresentados aos estudantes e discutidos em sala de aula, durante o ensino de Química Orgânica. Sendo que, as representações estruturais simbólicas (modelos) são apresentadas sem nenhuma explicação, o que torna o estudo de Química Orgânica uma memorização de nomes e símbolos e que nada têm a ver com a realidade submicroscópica que eles representam (ROQUE e SILVA, 2008). Sendo que, os modelos são uma parte essencial do conhecimento químico, pois sem eles a Química fica reduzida a uma mera descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006).

Um exemplo apresentado por Roque e Silva (2008), é quando o aluno associa a molécula do benzeno, a um hexágono com uma bolinha dentro.

Fernandes e Marcondes (2016) trazem que o tema ligações químicas é um conteúdo abstrato que lida eminentemente com modelos, e que para a compreensão do comportamento das moléculas é necessário entender ligações químicas. Pela representação estrutural de uma ligação química ser feita por um traço (-) muitos alunos fazem confusão, de que sua representação parece ligar “com uma corda” um átomo no outro.

Solomons e Fryhle (2000) afirmam que é corriqueiro na Química Orgânica haver substâncias com propriedades diferentes e a mesma fórmula molecular. Inserido nessa peculiaridade se encontra a isomeria geométrica. Para entender a propriedade dessas substâncias é necessário perceber o arranjo espacial dos átomos que as compõem (PAULETTI et al. 2014). Portanto aprender Química Orgânica requer o entendimento sobre componentes conceituais e visuais, ou seja, ela requer também o desenvolvimento da habilidade visual e espacial.

A correlação entre o comportamento dessas minúsculas partículas, que fazem parte da dimensão submicroscópica, e as propriedades dessas substâncias pertencentes à dimensão macroscópica, é um grande desafio no ensino de Química Orgânica (SILVA *et al.*, 2017).

Wartha e Rezende (2015) sugerem que os alunos podem apresentar dificuldades em aprender Química devido a não estabelecerem relações entre os componentes conceituais e visuais, isso foi observado após realizaram um estudo que evidenciou que os estudantes têm dificuldades para perceber determinados aspectos, observando apenas as estruturas no plano do papel, mesmo para compostos aromáticos que são compostos planares.

Na análise das respostas dos estudantes, Wartha e Rezende (2015) verificaram que, além da dificuldade de observar as estruturas apenas no plano, possuíam dificuldades na compreensão do conteúdo conceitual. Relatando que as estruturas no plano, na forma de traços, dificultam a percepção, visualização e compreensão dos mecanismos de reação, ou seja, não apresentam compreensão do conteúdo conceitual contido nas estruturas. Sendo que,

tinham dificuldades em reconhecer (perceber) os grupos, as ligações e o número de carbonos na estrutura descrita na forma de linhas [...]. Como não identificam determinadas características na estrutura da molécula (perceber), o que poderia permitir que realizassem determinadas relações espaciais (relacionar), também foram incapazes de interpretar o fenômeno da inversão de configuração (conceituar). (WARTHA e REZENDE, 2015 p. 58)

A partir disso, Wartha e Rezende (2015) afirmam que trabalhar com os estudantes o uso de modelos tridimensionais, seja eles incentivados por modelos moleculares (elaborados com materiais mais simples como palitos e bolas de isopor) ou até modelos virtuais construídos por meio de ferramentas computacionais é fundamental para sua compreensão e elaboração conceitual.

A visualização tridimensional das estruturas favorece sobremaneira o ensino de muitos conceitos de Química Orgânica, visto que a transição entre o nível simbólico para o submicroscópico é propiciada.

Marcondes *et al.*, 2014 destacam que o ensino de Química Orgânica tem sido um grande problema da educação Química, por três grandes razões: ser desvinculado dos demais conteúdos da Química, ter como foco memorização de informações e não ser contextualizado.

Em relação à desvinculação da Química Orgânica aos demais conteúdos Marcondes *et al.*, 2014 trazem como exemplo os conhecimentos sobre ligações químicas ou solubilidade com as propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos. Sendo que esses conteúdos são apresentados separadamente e as relações entre eles não são exploradas.

Verificou-se também que a exigência de grande memorização de informações desperta sentimentos de rejeição e antipatia nos estudantes em relação ao ensino e aprendizagem em Química Orgânica. Um dos conteúdos associados a esse problema é a nomenclatura dos compostos orgânicos, assim como a classificação de estruturas. (MATOS *et al.*, 2005).

O ensino de Química Orgânica se detém muitas vezes em apenas classificar os tipos de cadeias, classificar os tipos de carbonos, regras para dar nomes aos compostos, regras para escrever as fórmulas moleculares e pouquíssimos são os

momentos de reflexão sobre conteúdos de fato relevantes para a cidadania ou para o desenvolvimento da capacidade de interpretar o mundo físico presente em seu cotidiano e na mídia. Um exemplo é o vinagre, um produto presente em quase todas as residências, sendo que esse não é tratado como um “objeto de conhecimento” a ser explorado no ensino, mas apenas como um ácido carboxílico. (MARCONDES et al., 2014).

Portanto, é necessário potencializar o ensino de Química Orgânica a partir da perspectiva dos níveis de representação e de forma contextualizada adotando estratégias em que os estudantes consigam formular suas teorias a partir dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos e apliquem na interpretação do mundo em que vivem.

Nesse sentido, neste trabalho buscam-se estratégias que explorem as potencialidades das TMSF – seja de visualização, ou de quaisquer outras modalidades - para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica.

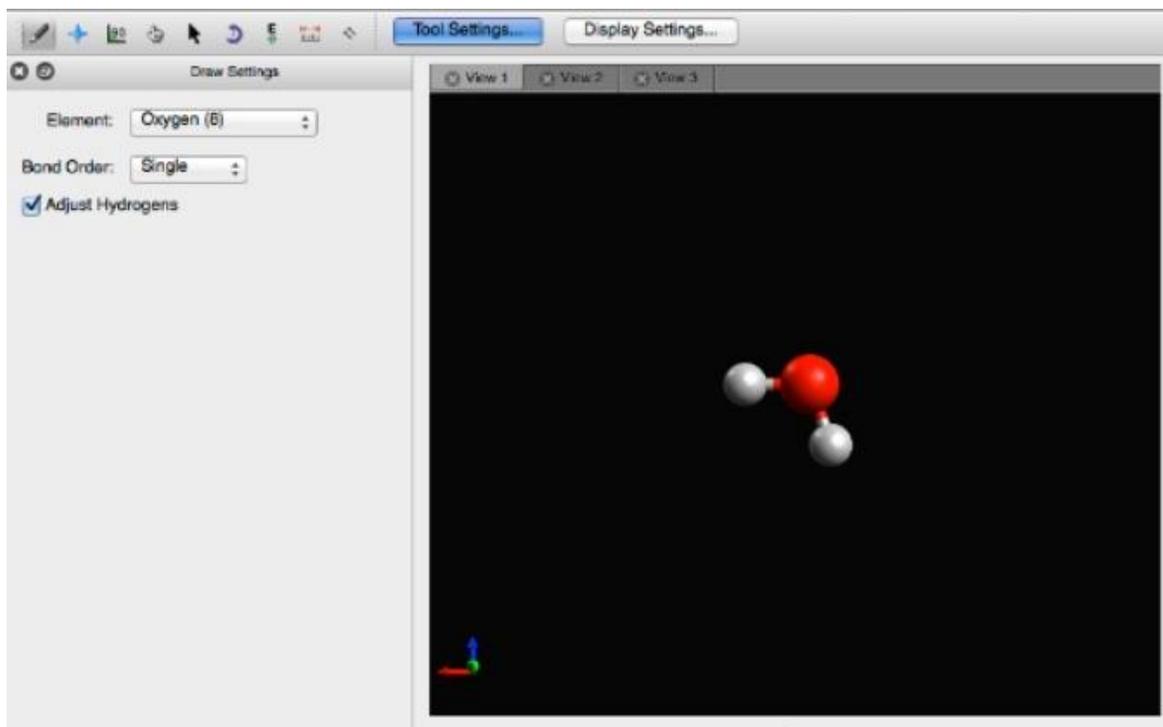
2.3 O ENSINO E A APRENDIZAGEM EM QUÍMICA MEDIADA PELAS TECNOLOGIAS

A Química é uma ciência que não lida apenas com conceitos macroscópicos, mas também com fenômenos submicroscópicos e diversas simbologias próprias, que dificultam a compreensão dos estudantes. Assim, cabe aos profissionais do ensino da Química buscar alternativas didáticas que promovam a melhoria do aprendizado, mostrando que essa é uma ciência cujos conceitos e leis é consequência direta do comportamento da natureza. Assim, tem-se intensificado cada vez mais as preocupações com metodologias de ensino que propiciem ou facilitem ao estudante a aprendizagem em Química, principalmente o uso de tecnologias. Dentre os tipos de ferramentas que podem ser utilizadas neste processo estão, *softwares* educacionais, vídeo, *blogs*, redes sociais, simulações, experiências com realidade aumentada, entre outras.

Alguns recursos, como os *softwares* educacionais, são incrementados e utilizados no ensino de Química. Mateus e Vieira (2015) trazem como exemplo o uso de

dois *softwares* de Química. O *software* 'Avogadro', que permite a construção e visualização de moléculas em três dimensões, assim como pode ser usado para compreensão das propriedades físicas e interação da eletrosfera dos átomos envolvidos na ligação (Figura 3). E o *software* 'Chemsketch', que nos permite realizar desenho de estruturas químicas, incluindo compostos orgânicos e polímeros. Ao criarmos uma molécula contendo átomos de carbono, este instantaneamente completa a molécula com átomos de hidrogênio, restringindo a construção da molécula de acordo com a regra do octeto. O mesmo permite ainda, a visualização bidimensional e tridimensional das estruturas moleculares e possui a capacidade de nomear as moléculas, conforme a IUPAC.

Figura 3. Molécula da água (H₂O) representada no *software* Avogadro.



Fonte: Janke e Pereira, 2011

Utilizando o *software* 'Avogadro', Janke e Pereira (2011), desenvolveram uma estratégia de ensino e aprendizagem envolvendo os seguintes temas: ligações interatômicas, geometria molecular, polaridade das moléculas e solubilidade. Em

especial a estratégia de ensino de Química adotada por Janke e Pereira (2011), foi desenvolvida em quatro turmas do primeiro ano do Ensino Médio, em três momentos distintos. Em duas turmas foram realizadas apenas aulas expositivas dialogadas, utilizando-se dos recursos, quadro, giz e livro texto; e nas outras duas turmas utilizou-se como recurso o *software* Avogadro.

Em um primeiro momento, os estudantes que utilizaram como recurso o *software* foram levados ao laboratório de informática, no qual se organizaram em grupos de 2 a 3 três estudantes, para assim realizar a atividade de construção de moléculas, foram construídas as moléculas conforme apresentada no Quadro 3.

Quadro 3. Moléculas desenhadas pelos alunos com auxílio do software 'Avogadro'.

Moléculas	Exemplos	Geometria molecular	Polaridade
Diatômicas	H ₂ , N ₂ , O ₂ , F ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂	Linear	Apolar
	HF, HCl, HBr, HI, HO	Linear	Polar
Tri-atômicas	BeH ₂ , CO ₂ , CS ₂ , BeCl ₂	Linear	Apolar
	H ₂ S, H ₂ O, O ₃ , SO ₂	Angular	Polar
Tetra-atômica	BH ₃ , AlCl ₃ , SO ₃ , AlH ₃	Trigonal plana	Apolar
	NH ₃ , NCl ₃ , PH ₃ , PCl ₃	Piramidal	Polar
Penta- Atômicas	CH ₄ , CCl ₄ , SiH ₄ , SiF ₄	Tetraédrica	Apolar
	CH ₃ Cl, CHCl ₃ , Si ₂ HCl ₂	Tetraédrica	Polar

Fonte: Janke e Pereira (2011)

Segundo Janke e Pereira (2011), os alunos tiveram facilidade ao manusear o *software*, requerendo em torno de 15 minutos para se familiarizar com os comandos para desenhar as moléculas, colocá-las em rotação, medir os ângulos entre as suas ligações e determinar sua geometria molecular.

No segundo momento foram trabalhadas atividades em sala de aula, com as quatro turmas, sobre o conteúdo estudado. As atividades realizadas foram as mesmas para todos os estudantes das quatro turmas, sendo que após foi realizada a discussão de dúvidas e correção.

Já no terceiro momento foi aplicada uma avaliação individual para cada um dos estudantes, sendo pedido para representar moléculas através de desenhos.

Janke e Pereira (2011) utilizaram os dados obtidos com as avaliações para avaliar a eficácia da utilização de *softwares* no ensino e aprendizagem de Química. Por meio desses, puderam observar diferenças significativas nas notas dos estudantes que utilizaram o *software*, daqueles que apenas tiveram aulas expositivas dialogadas.

Pode-se observar que a diferença entre as médias entre os estudantes O estudantes que utilizaram software (maior média) para os estudantes que não utilizaram (a menor média) foi de 13,37%. O interesse e participação também foi consideravelmente melhor, isso foi observado por meio dos questionamentos e participação que surgiram durante as aulas.

A partir do que foi exposto, cabe ressaltar que o uso de ferramentas computacionais pode proporcionar ganhos relevantes para o ensino e aprendizagem. A utilização do *software* 'Avogadro' envolveu a participação direta dos alunos na construção das moléculas, tornando-os assim atores da sua aprendizagem.

Janke e Pereira (2011 p.15) afirmam que:

[...] essa participação efetiva dos alunos foi motivada justamente por sentirem-se responsáveis pela busca de explicações para as próprias dúvidas que foram surgindo durante o desenvolvimento da aula. A constante inquietação e os "porquês" que surgiram devido às demandas de novas dúvidas e inquietações foram fundamentais para o diferencial desta aula. A grande maioria dos alunos envolveu-se no processo.

Outras possibilidades que podem ser usadas como estratégia para o ensino e aprendizagem de Química é a utilização de *blogs* e redes sociais.

O uso de *blogs* e redes sociais tem sido alvo de interesse de pesquisadores que argumentam em favor das suas potencialidades educativas no ensino de Química. Alguns pesquisadores concentram seu foco nos *blogs* (Moresco e Behar, 2006; Barro, *et al.*, 2008; Mateus, 2015) e outros pesquisam o impacto das redes sociais (Raupp e Eichler, 2012; Mateus *et al.*, 2015).

Mateus (2015) lista algumas possíveis implicações do uso dessas ferramentas nos planejamentos de ensino:

Dar suporte para propostas de ensino que considerem importantes o trabalho em equipe e a colaboração;

Contribuir para o gerenciamento de classe, favorecendo a comunicação entre professor e alunos e a atribuição de tarefas;
Fornecer um espaço comum para a organização do conteúdo do curso e de recursos educacionais relacionados, funcionando como uma extensão da sala de aula. (MATHEUS, 2015, p. 138)

A utilização de *blogs* educacionais, no ensino de Química, pode favorecer a interatividade, o trabalho em equipe, a colaboração, a comunicação e a compreensão entre colegas. Sendo que, a elaboração de um *blog* como projeto em sala de aula, desenvolve habilidades de coleta, seleção e organização de informação (MATEUS, 2015), formando uma rede de novos conhecimentos, que ao serem compartilhados com outras pessoas desenvolve a autonomia dos estudantes por meio da leitura e escrita do que é postado, bem como a interação com os visitantes.

Mateus (2015) ressalta o serviço do Edublogs (<http://edublogs>), da WordPress, que oferece a opção de criar um *blog* para o professor e o *blog* para estudante, podendo associar o *blog* dos estudantes ao do professor, sendo este voltado para a aplicação na educação. Por outro lado, o Blogger (<http://www.blogger.com>), da Google, é uma plataforma de *blogs* gratuita e que, embora não seja voltada exclusivamente para fins educativos, é muito simples de se usar.

Mas como seria um projeto desenvolvido em sala de aula de Química que utilize *blogs*?

Como exemplo para utilização de *blogs*, Moresco e Behar (2006) propuseram a construção de um *blog*, no intuito de possibilitar o ensino e aprendizagem em Física e Química com seis turmas do Ensino Médio. Os alunos organizados em grupos pesquisaram e elaboraram textos, postaram *links*, verificam tarefas postadas, notícias, recados postados pelos professores relacionados a conteúdos a Física e a Química.

Este trabalho deu origem a uma rede de *blogs* educacionais (Figura 4), formando duas comunidades virtuais (<http://fisicaporquena.zip.net/> e <http://quimicaparaoenem.zip.net>), no qual cada aluno podia interagir com o professor e demais colegas por meio de mensagens, formando assim ponto de encontro fora do espaço escolar.

Figura 4. Blogs educacionais de Química e Física



Fonte: Autoria própria

Segundo Moresco e Behar (2006) “os blogs, se usados de maneira correta, favorecem a construção do conhecimento, a partir do trabalho em grupo, pois são ferramentas que permitem a interação entre os sujeitos” (MORESCO e BEHAR, 2006, p.8).

Tanto o uso de *blogs* como de redes sociais no ensino de Química ocorrem por meio de interfaces que favorecem a colaboração a distância. Neste caso, o estudante tem flexibilidade, não necessitando estar no mesmo local e/ou horário para realizar as tarefas.

O uso de redes sociais como *Facebook*, *Twitter*, *Instagram*, *LinkedIn*, estão disseminadas no meio dos jovens. Na sala de aula é comum perceber que os estudantes participam dessas redes.

Silva *et al.* (2015), afirmam que “os estudantes já fazem amplo uso dessas redes sociais, então ao invés de bani-las da sala de aula é possível inserir o *facebook* na rotina escolar e, a partir daí, discutir Química com os estudantes” (SILVA et al., 2015, p. 151).

Apesar de apoiar o uso de redes sociais, como *facebook*, em aulas de Química, Silva *et al.* (2015) reconhece que essas são ambientes que as informações circulam

com rapidez e provenientes de fontes não confiáveis. Assim, é necessário para se fazer uso das redes sociais no ensino e aprendizagem de Química levar em consideração algumas regras de como ocorrerão as atividades e que essas sejam estipuladas previamente com os estudantes.

Em uma atividade utilizando o *Facebook* em aulas de Química, Silva et al. (2015) optaram pela criação de um grupo fechado, com participação de professores e estudantes, para melhor gerenciamento das atividades, assim como a organização de grupos de trabalho para reduzir a quantidade de material produzido.

A utilização da rede social foi vista como uma extensão da sala de aula, na medida em que foram sendo publicados recursos para aprofundar, complementar ou ilustrar aspectos discutidos em sala de aula.

Os recursos utilizados foram vídeos, simulações, animações, páginas da internet. Como forma de explorar esses recursos os professores instigavam os grupos de trabalho por meio de questões, de forma que eles tinham que interagir com as postagens, para assim respondê-las.

Silva et al. (2015) destacam que o papel do professor neste meio era de ser mediador, sendo que as discussões sobre um assunto não ocorriam indefinidamente, logo ao final de um número relevante de postagens o professor sintetizava e sistematizava o que havia sido discutido.

Outra utilidade dada ao *facebook* foi como espaço de comunicação - utilizado para dar recados - e espaço para dúvidas, sendo que, tanto professores quanto alunos, gerenciavam os recados e ajudavam seus colegas nas dúvidas.

Após finalizar o ano letivo foi realizada uma avaliação do uso do *facebook* com os alunos, Silva et al. (2015) destacaram que alguns pontos positivos foram a “possibilidade do grupo ser usado como um espaço para a solução de dúvidas, facilitar a comunicação entre os professores e os estudantes de todas as turmas, tornar o aprendizado mais divertido, criativo e informal”. Além disso, relatam que a atividade foi bem recebida pelos estudantes que manifestaram a vontade de que o uso da rede fosse estendido para os próximos anos.

Além dessas possibilidades, a utilização de vídeos didáticos em sala de aula é reconhecida como um recurso para promover melhoria no processo de ensino e aprendizagem em Química, podendo exercer funções variadas como:

[...] prender a atenção dos alunos, focar sua concentração, gerar interesse na aula, criar um sentimento de antecipação, energizá-los ou relaxá-los para um exercício, melhorar a atitude deles com relação ao conteúdo e à aprendizagem, criar uma conexão com outros alunos e com o professor, aumentar a memorização e o entendimento do conteúdo, fomentar a criatividade, estimular a circulação de ideias, fornecer uma oportunidade de expressão e colaboração, inspirar e motivar esses alunos e criar imagens visuais memoráveis (FANTINI e MATEUS, 2015).

Cada uma dessas funções pode ser exercida dependendo de como os vídeos são explorados e de acordo com seu objetivo pedagógico. O uso do vídeo como recurso de aprendizagem em sala de aula pode ser utilizado de diversas formas, como: fonte de dados; para contextualização de tópicos e a produção de vídeos.

A utilização dos vídeos como fonte de dados “é produzida de modo que os alunos possam realizar observações e medidas a partir do que está sendo exibido” (FANTINI e MATEUS, 2015, p. 81). Um exemplo que Fantini e Mateus (2015) trazem, é a realização de medidas de escoamento de líquidos, para se trabalhar interações intermoleculares presentes nas substâncias. Para isso o professor irá reproduzir um vídeo de escoamento de um líquido utilizando uma bureta, e o aluno deverá, com um cronômetro, medir e anotar o tempo decorrido até que o líquido ultrapasse uma determinada marca.

Em relação ao uso do vídeo para contextualização de tópicos abordados em sala de aula, Fantini e Mateus (2015, p. 88) afirmam que “a contextualização é importante para o processo de elaboração de conceitos e para motivar os alunos”. Um modelo é a contextualização do conteúdo hidrocarbonetos, ao mostrar uma estrutura de um hidrocarboneto ao um aluno ele pode não se dar conta de uma possível utilidade ou relevância em sua vida. Ao trabalhar com vídeos que mostram os hidrocarbonetos no contexto do petróleo e seus derivados, é possível resgatar no aluno o interesse em estudar este conteúdo.

Já a produção de vídeos, pode ser utilizada tanto pelos professores que queiram disponibilizar conteúdos ou utilizá-los como tutoriais, como pelos alunos como uma

atividade. A criação de vídeos se torna acessível para se realizar dentro de sala de aula como fora dela, devido à facilidade de acesso a câmeras principalmente por telefones celulares.

Para criação de vídeos pelos estudantes Fantini e Mateus (2015), sugerem que a criação deva ser realizada em 5 etapas: esboço da ideia; roteiro de trabalho; gravação; edição e publicação.

Já em relação do uso de vídeos pelos professores, esses podem ser utilizados como tutoriais, que “tem como público alvo pessoas que irão reproduzir o experimento [...]. Tem como objetivo ensinar como montá-lo, dando detalhe passo a passo, tanto da preparação dos materiais, quanto do que ocorre durante e depois da experiência” (FANTINI e MATEUS, 2015 p.77).

Como uma forma de auxiliar os estudantes, nas aulas de laboratório de Química os professores vêm adotando o uso de vídeos por meio da prática do *flipped classroom*¹ (Teo *et al.*, 2014; Nichele *et al.*, 2015). Nessa proposta, os professores produzem vídeos demonstrando os procedimentos práticos e realizando questionamentos sobre a teoria envolvida na atividade prática a ser desenvolvida e disponibilizam os vídeos para os alunos antes das aulas serem executadas.

Nichele *et al.* (2015) utilizou *QR codes* (que são códigos de barras bidimensionais) para socializar vídeos com os alunos. Para cada *QR code* no roteiro da atividade prática estava associado o detalhamento e explicação da atividade de laboratório a ser desenvolvida, por meio de um vídeo.

A leitura do *QR Code* e o acesso ao conteúdo a ele vinculado são possíveis utilizando-se um *App* para *smartphone* ou *tablet*, leitor de *QR Code*, com isso, o acesso ao conteúdo vinculado ao *QR code* é possível em qualquer momento e em qualquer lugar, propiciando a prática da aprendizagem com mobilidade e do *flipped classroom*.

¹ *Flipped classroom* ou “sala de aula invertida” é um modelo de ensino e de aprendizagem, no qual materiais didáticos sobre um determinado tema a ser estudado são disponibilizados aos estudantes previamente, pelo professor, por meio de tecnologias digitais. Nesse modelo, o estudante inicia a apropriação do conteúdo antes deste ser abordado em sala de aula.

3 METODOLOGIA

3.1 NATUREZA

Entendendo que o objeto de estudo é o fator determinante para a escolha de um método, e que o problema dessa pesquisa está centrado em entender e conhecer as estratégias de ensino e aprendizagem que vem sendo desenvolvidas com a adoção das TMSF e seus Apps no contexto da Química Orgânica, optou-se por uma pesquisa qualitativa de cunho exploratório.

Esta pesquisa possui caráter exploratório uma vez que “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (GIL, 2002 p.41). O caráter exploratório dessa pesquisa se justifica ao verificar-se que a grande maioria dos estudos relacionados ao ensino e aprendizagem em Química e as tecnologias são desenvolvidos na perspectiva do computador, e não das TMSF (NICHELE, 2015).

3.2 INSTRUMENTOS, MATERIAIS E COLETA DE DADOS

A constituição deste trabalho se deu em duas etapas, inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, sendo que essa “se propõe à análise das diversas posições acerca de um problema” e permite investigar “uma gama de fenômenos muito mais ampla [...]. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço” (GIL, 2006 p.45).

Para a revisão bibliográfica realizou-se uma busca de artigos nacionais e internacionais disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram utilizadas as bases de “Scopus”, “Web of Science”, “Eric Database” e “SciELO”.

Inicialmente pretendia-se realizar uma revisão que compreendesse o período de dez (10) anos, para isso optou-se por delimitar o ano de busca nas bases de dados, mas ao realizar uma breve leitura dos títulos percebeu-se que somente foram

publicados artigos relacionados ao tema (*smartphones*, *tablets*, Apps e Química Orgânica) a partir de 2010, os resultados provenientes dos anos de 2008 e 2009, em sua maioria, traziam estratégias para o ensino de Química Orgânica apoiados por PC-Tablet ou computadores e seus *softwares*, por esse motivo essa revisão se restringiu ao período de 2010 a 2017.

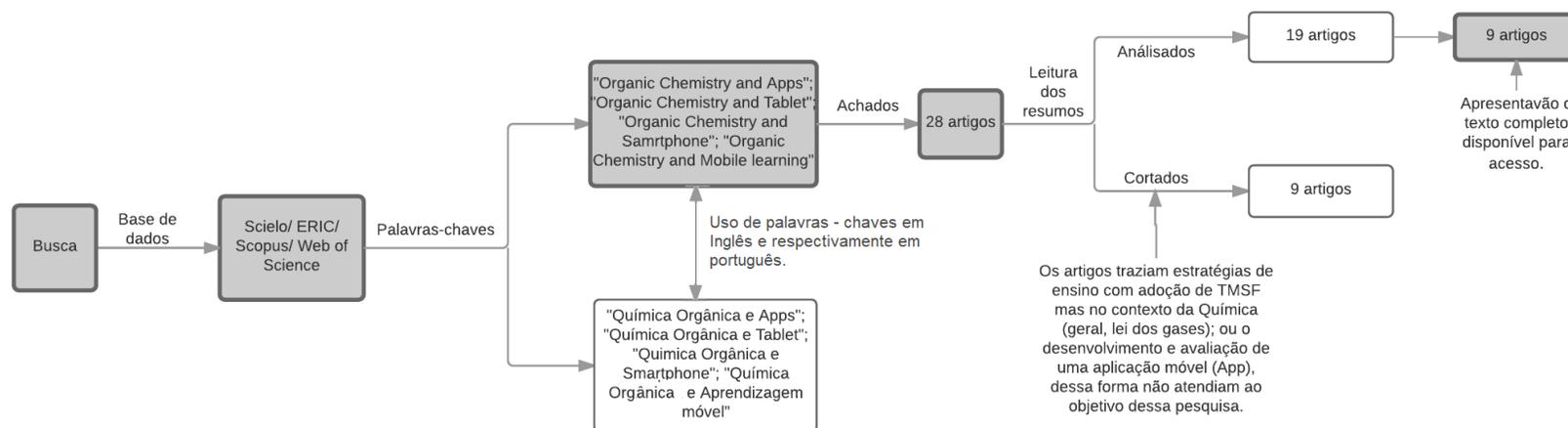
Iniciou-se a busca utilizando como fonte de pesquisa a base de dados “Scielo” utilizando um conjunto de palavras-chaves em português, sendo elas: a) “Química Orgânica” e “Aplicativos”; b) “Química Orgânica” e “Tablet”; c) “Química Orgânica” e “Smartphone” e d) “Química Orgânica” e “Aprendizagem móvel”, mas com a busca não retornou nenhum artigo relacionado ao uso de *smartphones* e *tablets* no ensino de Química Orgânica. Então em uma segunda busca utilizou-se as mesmas palavras-chaves mas em versão inglesa, sendo elas: a) “organic chemistry” e “App”; b) “organic chemistry” e “tablet”; c) “organic chemistry” e “smartphone”; e d) “organic chemistry” e “mobile learning”. Essa busca foi efetuada tanto para a referida base de dados “Scielo”, quanto para as demais.

Os materiais oriundos da pesquisa bibliográfica foram organizados em um quadro a partir de elementos básicos, tais como ano, título, periódico, autor (es), conjunto de palavras-chave associado a base de dados, assim como o *link* para o acesso a esses materiais.

A partir desses documentos procedeu-se à análise documental. Para tanto, foram lidos os resumos de todos os “achados” da pesquisa bibliográfica e, a partir dessa leitura foram selecionados os artigos que se relacionavam com o objetivo dessa pesquisa; ainda desses artigos foram selecionados somente aqueles que tinham disponíveis os textos completos, os quais foram lidos na íntegra e posteriormente categorizados. Optou-se por não determinar categorias a priori, essas foram construídas a partir do próprio contexto do campo de investigação, ou seja, a partir da leitura e análise dos textos completos e serão apresentadas juntamente com os resultados.

O detalhamento das etapas dessa pesquisa bibliográfica está esquematizada na figura 5, a qual apresenta como foi realizada a seleção dos artigos que compõem a base de dados desse trabalho.

Figura 5. Esquema referente à revisão bibliográfica nas bases de dados



Fonte: Autoria própria

Na segunda etapa buscou-se identificar Apps com potencial de uso no ensino e aprendizagem de Química Orgânica. Inicialmente propôs-se analisar a disponibilidade dos Apps para Android e IOS em alguns repositórios livres tais como 'Play Store' (sistema operacional Android) e 'App Store' (sistema operacional iOS), utilizando-se para as buscas um *tablet* e *smartphone* da marca Samsung e um *smartphone* da marca Apple (iPhone). Como as duas lojas virtuais oferecem um sistema de busca por palavras/temas, o que confere maior agilidade ao usuário, realizou-se a busca empregando a palavra-chave "Química Orgânica", bem como a palavra-chave "Organic chemistry". A busca foi realizada no período de agosto a setembro de 2017.

Vislumbrando a adoção de *smarphones* e *tablets* no contexto da educação utilizaram-se como critérios preliminares na seleção de Apps, o custo para *download* (em especial, que esse não tenha custo, considerando a importância da adoção de Apps gratuitos para a utilização em escolas públicas) e o conteúdo abordado pelo App (pois apesar de alguns Apps estarem vinculados à Química Orgânica ou à *Organic Chemistry* eles não possuíam relação com o ensino de Química).

Tendo em vista a necessidade de se avaliar os Apps com potencial para uso nos processos de ensino e aprendizagem de Química Orgânica, estabeleceram-se critérios para viabilizar a seleção e posterior análise de aplicativos para o ensino de Química. Deste modo tomou-se como base os estudos de Nichele e Schlemmer (2013) para a construção do quadro avaliativo (Quadro 4) que visa à seleção e avaliação de Apps.

Quadro 4. Critérios avaliativos para seleção e análise de aplicativos.

Características gerais	
Ícone	
Título	
Idioma	
Disponibilidade	<input type="checkbox"/> gratuito <input type="checkbox"/> pago
Características técnicas	
Compatibilidade de sistemas operacionais	<input type="checkbox"/> Android <input type="checkbox"/> iOS <input type="checkbox"/> Windows phone <input type="checkbox"/> Multiplataforma
Acesso a internet para acessar	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Restrição ao acesso de conteúdos	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Parcialmente
Interface	<input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim
Características educacionais	
Temas da Química Orgânica	
Nível de ensino	<input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Superior
Descrição do App	

Fonte: Adaptado de Nichele e Schlemmer, 2013.

Os Apps selecionados foram testados e avaliados utilizando-se os critérios elencados no Quadro 4. Após a avaliação efetuou-se a organização de maneira a categorizar os aplicativos com potencial de utilização na educação quanto aos temas da Química Orgânica.

A análise dos “achados” dessa pesquisa nas etapas de “revisão de literatura” e de “seleção de Apps” compôs a base de conhecimento para identificar como esses podem contribuir para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo primeiramente serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa bibliográfica, após, os resultados obtidos com a busca, seleção e avaliação dos Apps.

A partir da revisão de literatura selecionaram-se vinte e oito (28) artigos, que foram organizados em um quadro (APÊNDICE A). Desses, quatro (4) artigos foram encontrados na base de dados *Scielo*, sendo que (2) dois dos artigos também coincidiram com os dados da *Web of Science*, que foi a base que mais forneceu dados, com um total de vinte e um (21) artigos, sendo que seis (6) também coincidiram com os dados da base *Scopus*, que durante a busca resultou em dez (10) artigos. E, por fim, a base de dados ERIC, a qual retornou somente um (1) artigo incompatível com as demais bases.

Após a análise preliminar dos vinte e oito (28) artigos, foram selecionados nove (09) deles, que atenderam aos objetivos deste trabalho. A partir desse conjunto de dados gerados na etapa da pesquisa bibliográfica, procedeu-se à análise de conteúdo dos nove (9) artigos.

4.1 “ACHADOS” DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A partir dessa pesquisa, os estudos que contribuem para o objetivo desse trabalho estão sumarizados na Quadro 5. Nela estão descritos os nove (09) artigos selecionados - que abordam estratégias de ensino e aprendizagem de Química Orgânica envolvendo a adoção de *smartphones* e *tablets* e seus Apps - por meio do nome do artigo, nome do periódico, autor, ano, nível de ensino e Apps utilizados.

Quadro 5. Artigos com estratégias de ensino de química com a adoção de TMSF.

Artigo	Periódico	Autor	Ano	Nível de Ensino	Apps/ softwares utilizados
Harnessing a Mobile Social Media App To Reinforce Course Content.	Journal of Chemical Education	Korich, Andrew L.	2016	Superior	App 'Instagram'
Chairs!: A Mobile Game for Organic Chemistry Students To Learn the Ring Flip of Cyclohexane.	Journal of Chemical Education	Winter, J.; Wentzel, M.; Ahluwalia, S.	2016	Superior	App 'Chairs!'
The use of wiki to promote estudents' learning in higher education (Degree in Pharmacy).	International Journal of Education ol Technology in Higher Education	Encarnacion, C.M.; Dora, C. M.; Chayah, M.; Campos, M.J.	2016	Superior	App 'wiki'
The Effects of Smartphone Use on Organic Chemical Compound Learning.	US-China Education Review Avir	Zan, Nuray	2015	Básico	App 'Whatsapp'
Use of Screen Capture To Produce Media for Organic Chemistry.	Journal of Chemical Education	D'Angelo, John G	2014	Superior	App 'Panopto'
An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads.	Journal of Chemical Education	Amick, A. W.; Cross, N.	2014	Superior	App 'Notability'
Lecture Rule No. 1: Cell Phones ON, Please! A Low-Cost Personal Response System for Learning and Teaching.	Journal of Chemical Education	Lee, A. W. M.; Ng, Joseph K. Y.; Wong, E. Y. W.; et al.	2013	Superior	Plataforma 'iClickers'

The use of portable devices to teach organic chemistry at the university, Virtual Reality.	4th ICERI	Rius-Alonso, C.; Quezada-Gonzalez, Y.; Torres-Dominguez, H.	2011	Superior	App 'iMolview'; App 'iHyperchem'; App 'self assemble'; App 'Mobil'; App 'Molecular'; App 'DataSheet'; App 'The Elements'; App 'ACS Móvel'; App 'WolframAlpha'; App 'General Chemistry Course Assistant Wolfram'; App 'Moodle'
Engaging science students with handheld technology and applications by re-visiting the Thayer method of teaching and learning	Journal of Systemics Cybernetics and Informatics	Pennington, Ri.; Pursell, D.; Sloop, J.	2010	Superior	Plataforma da faculdade

Dos nove (09) artigos selecionados, oito (08) descrevem atividades desenvolvidas no contexto do ensino superior; apenas o artigo “The Effects of Smartphone Use on Organic Chemical Compound Learning”, descreve experiência no contexto do ensino básico.

No que se refere ao tipo de Apps utilizados para apoiar as estratégias de ensino e aprendizagem descritas nesses nove (09) artigos, verificou-se que as estratégias que utilizaram Apps “gerais” para *smartphones* e *tablets* foram mais numerosas em relação

às estratégias que utilizaram Apps específicos de Química. Oito (8) das nove (9) estratégias utilizam Apps “gerais”² para apoiar suas práticas.

Os artigos relacionados a Apps utilizados para apoiar as estratégias de ensino e aprendizagem foram classificados inicialmente em duas (2) categorias. .

- 1) Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps “Gerais”
- 2) Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps de Química

A seguir são apresentados os “achados” relacionados a cada uma das categorias definidas.

4.1.2 Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps “Gerais”

Há diversos Apps para *tablets* e *smartphones* não específicos para a área de Química. Apesar desses Apps não terem sido criados para a área de Química, tampouco para fins educacionais, eles podem ser úteis no desenvolvimento de práticas pedagógicas para a criação, socialização, compartilhamento, entrega de materiais e interação entre professor e aluno.

Os artigos que descrevem estratégias de ensino e aprendizagem que fazem uso de Apps gerais serão descritos a seguir, evidenciado os pontos principais das atividades desenvolvidas e os tipos de *softwares* e/ou aplicativos para *tablets* e *smartphones* utilizados.

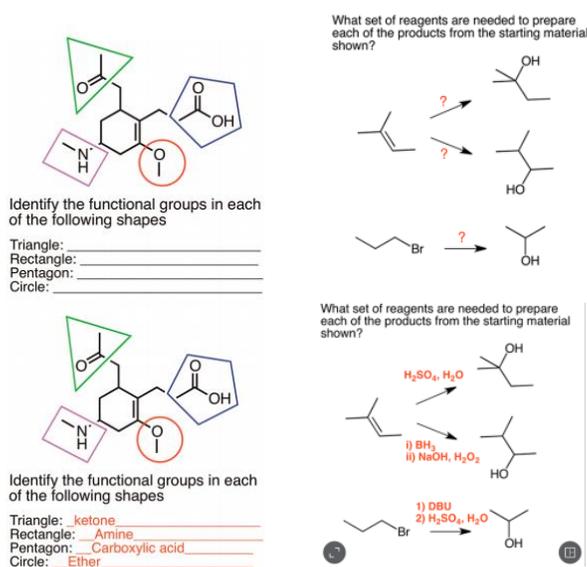
Com o avanço tecnológico, mais e mais estudantes universitários se comunicam através de redes sociais (KORICH, 2016). A partir dessa realidade, alguns educadores utilizaram as redes sociais e os Apps de comunicação para interagir com seus alunos fora da sala de aula tradicional utilizando-as como uma extensão da sala de aula, na medida em que as redes sociais possibilitam a socialização de materiais que contribuem para o melhor entendimento das matérias estudadas. Com o intuito de

² Os Apps “Gerais” são entendidos como todos os aplicativos que não foram criados para o ensino e aprendizagem de Química, mas que podem ser úteis para o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem dessa ciência.

reforçar os conceitos ensinados em sala de aula, Korich (2016) criou uma conta na rede social *Instagram* para postar “problemas de pensamento” a seus alunos. A conta “daily_ochem_problem” fornece a estudantes do primeiro e segundo ano de graduação em Química perguntas destinadas a reforçar conceitos de Química Orgânica. Por meio do *Instagram* os alunos são instigados com questões para prever o produto de uma reação, bem como com questões sobre estruturas moleculares (Figura 6).

A plataforma criada permite que os seguidores deixem comentários, perguntas e discussões sobre esses problemas, incentivando o debate; no dia seguinte são postadas as respostas juntamente com um novo problema.

Figura 6. Exemplo de problema de pensamento rápido (superior) e solução (parte inferior) publicado no Instagram.



Fonte: Korich, 2016

Zan (2015) utilizou o App ‘Whatsapp’ para avaliar os efeitos do uso de *smartphones* na aprendizagem, esses foram empregados como ferramentas educacionais em aulas de Química que se concentrou em nomear e escrever compostos químicos orgânicos (linguagem simbólica). O estudo envolveu 62 alunos

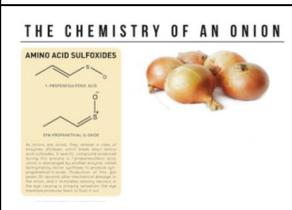
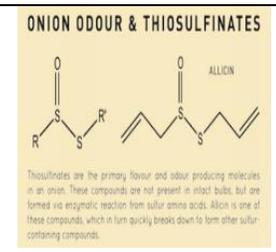
(separados em dois grupos de 31, um grupo de controle e outro experimental) do 9^a ano de uma escola localizada na Turquia

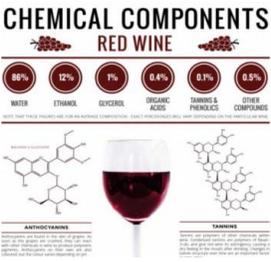
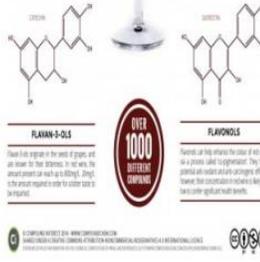
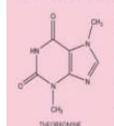
Enquanto se ensinava a linguagem simbólica da Química, o grupo experimental foi apoiado por mensagens via *Whatsapp*, com os nomes, fórmulas, pronúncias, aplicações dos compostos químicos orgânicos e perguntas de múltipla escolha. Já para o grupo controle essas mesmas mensagens foram apresentadas como material escrito.

A prática durou três semanas, sendo que a cada dia foram enviadas cinco mensagens diferentes entre a hora de aula e pós-aula. A primeira mensagem incluía o nome do composto; a segunda a fórmula do composto; a terceira um arquivo de som com a pronúncia do composto; a quarta mensagem continha informações sobre aplicações do composto; e a quinta mensagem uma continuação da quarta mensagem, mas incluindo um conteúdo sobre os campos de uso do composto.

O Quadro 6 mostra um exemplo das mensagens que foram implementadas neste estudo.

Quadro 6. Exemplos de mensagens utilizadas no estudo.

Primeira mensagem: Objeto da vida diária	Segunda mensagem: Fórmula de composto	Terceira mensagem: Arquivo de som	Quarta mensagem: Estrutura da matéria orgânica	Quinta mensagem: Propriedade continuação da quarta mensagem
Cebola			Aminoácido Sulfóxidos	

Toranja	<p>THE CHEMISTRY OF A GRAPEFRUIT</p> <p>INTERACTIONS WITH DRUGS</p> 		Bergamotina e licopeno	<p>WHAT CAUSES A GRAPEFRUIT'S COLOUR?</p>  <p>LYCOPENE</p> <p>The colour of pink and red grapefruits is caused by the compound lycopene. This is a compound composed entirely of carbon and hydrogen atoms. The compound absorbs all but the longest wavelengths of visible light, causing it to appear red.</p> <p>Lycopene is also the compound responsible for the colouration of tomatoes. It is also used as a food colouring due to its strong colour and lack of toxicity.</p>
Vinho	<p>CHEMICAL COMPONENTS RED WINE</p> 		Taninos, antocianinas e flavonas	
Chocolate	<p>THE CHEMISTRY OF CHOCOLATE</p> <p>IS CHOCOLATE AN APHRODISIAC?</p> 		Feniletilamina e triptofano	<p>WHY IS CHOCOLATE TOXIC TO DOGS?</p>  <p>THEOBROMINE</p> <p>Theobromine is a mild stimulant, similar in effect to caffeine, found in chocolate. This compound is harmless to humans at the levels found in chocolate - a fatal dose would require eating tens of kilograms of milk chocolate!</p> <p>On cats & dogs, however, theobromine has a much more potent effect; small doses can lead to vomiting & diarrhoea, whilst as little as 10g of dark chocolate could kill a small dog.</p>

Fonte: Adaptado Zan, 2015

Na segunda fase do estudo, foram enviadas perguntas de múltipla escolha para avaliar os níveis de compreensão dos alunos no campo de nomear e escrever compostos. Os alunos deveriam responder as perguntas enviando mensagens de seus telefones em um tempo estipulado de dois minutos. Um exemplo de uma pergunta do exame curto é mostrado na Figura 7.

Figura 7. Exemplo de uma questão do exame curto

What causes a grapefruit's colours?			
(a) Tryptophan	(b) Lycopene	(c) Tannin	(d) Glycerol

Fonte: Zan, 2015

Uma das formas de avaliação do estudo foi a realização de entrevista com o grupo experimental, sendo que foram realizadas as seguintes perguntas: “Quais foram os aspectos positivos e negativos deste método?” “O que você acha deste método de ensino?”.

Quando questionados sobre os aspectos positivos ressaltaram a mobilidade, principalmente por estarem sempre com os celulares e poderem ler as mensagens onde quer que estejam.

Em relação a estratégias que estimulam características como a mobilidade e a colaboração. Camacho *et al.* (2016), relata uma experiência de pesquisa baseada no uso de *Wiki*. Esta é uma ferramenta que pode facilitar a interação social e colaboração, ser usada para criar um ambiente centrado no aluno e para aprendizagem colaborativa (Ruth; Houghton, 2009 *Apud* Camacho *et al.*, 2016). Desta forma, *Wiki* é um website colaborativo em que um grupo de usuários pode criar, escrever, apagar ou alterar o conteúdo de uma página web.

O trabalho desenvolvido por Camacho *et al.* (2016) envolveu duzentos (200) alunos, ao longo de dois anos letivos, distribuídos em diferentes disciplinas da Licenciatura em Farmácia (Química Orgânica, Química Farmacêutica I, Química Farmacêutica II e *Advanced Chemistry of Drugs*). Os estudantes foram divididos em grupos de duas a três pessoas, e para cada tema usava-se um *Wiki* para desenvolver seus trabalhos.

Como exemplo dos trabalhos desenvolvidos Camacho *et al.* (2016) trazem a análise e explanação de artigos científico, ou a resolução de uma rota sintética de diferentes compostos com base no conhecimento da Química Orgânica.

Os trabalhos, independente do tema ou atividade desenvolvida, foram realizados respeitando as seguintes etapas:

- 1) Reuniões informativas sobre o uso do *Wiki* no ensino universitário, para que os estudantes compreendessem a ferramenta a ser usada, para assim compartilharem materiais e informações dentro das diferentes disciplinas;
- 2) Criação de um *Wiki* em privado, pelo professor (administrador), em “wikispaces.com” e inclusão dos alunos como membros do grupo;

- 3) Compartilhamento de materiais (temas, artigos científicos) relacionados com os assuntos para que os grupos pudessem executar seus trabalhos;
- 4) Elaboração coletiva e cooperativa dos trabalhos e socialização do trabalho realizado no *wiki* mediante apresentação oral;
- 5) Auto-avaliação por pesquisas de opinião, tanto da aceitação e do impacto que este *wiki* teve sobre os alunos que usaram.

No que diz respeito à avaliação em relação a utilidade e relevância do *Wiki* no processo de ensino e aprendizagem, esse teve uma ampla aceitação (37% dos participantes qualificaram como intermediário e 48% como alta) e implicitamente uma contribuição positiva, sendo que 52% dos estudantes relataram que o uso desta ferramenta incentivou e promoveu o trabalho em equipe sem a necessidade de estar fisicamente presente.

Em relação ao uso de ferramentas para armazenamento e gerenciamento de dados e informações, temos além da plataforma *Wiki*, outras opções como, o 'Google Drive', o 'Dropbox', o 'Evernote'. Essas podem ser uma alternativa para o ensino e aprendizagem em Química Orgânica, no qual permite uma melhor integração das aulas, seminários e realização de trabalhos propostos pelo professor, incentivando a colaboração de informações e materiais e cooperação na realização de trabalhos em grupo.

Visando também a interação professor-estudante, mas agora dentro da sala de aula, Lee *et al.* (2013) utilizaram uma plataforma de resposta baseado em telefone móvel, para substituir os dispositivos de respostas pessoais "clickers"³.

Em turmas com um número elevado de estudantes, a interação do professor com os estudantes é, por vezes, limitada. Fazendo uso de serviços gratuitos de SMS, Lee *et al.* (2013) desenvolveram uma plataforma de resposta pessoal para celular chamada

³ É um mecanismo utilizado para trabalhar o *feedback* em tempo real também conhecidos como Sistemas de Resposta de Sala de Aula ou "Clickers". São formas de tecnologia que permitem um professor fazer perguntas através de um aparelho eletrônico os "Clickers" (parelhos semelhantes a um controle remoto de TV) e os alunos respondem de forma individual às questões. As respostas são coletadas em tempo real e o professor tem a seu dispor a distribuição dos erros e acertos.

iClickers para o ensino e aprendizagem em sala de aula. Essa plataforma foi testada em aulas de Química Orgânica introdutórias, e com ela, verificaram que a atmosfera das aulas tornou-se muito mais animada e envolvente.

Ao utilizar estas novas tecnologias (*Wikis*, redes sociais, etc.), os usuários não se comportam como usuários passivos que apenas recebam as informações, mas eles passam a se tornar membros ativos participantes e que contribuem para editar essa informação.

Amick e Cross (2014) utilizaram *tablets* como uma forma digital de papel e lápis para o registro de informações e observações em atividades práticas desenvolvidas em laboratório de Química. Utilizando-os foi possível que estudantes efetuassem anotações, adicionassem textos e desenhassem estruturas em um documento digital que imita uma folha de papel.

A estratégia de ensino de Química adotada por Amick e Cross (2014) foi utilizada com uma turma do segundo ano do curso de graduação em Química, para uma disciplina de Química Orgânica. Eles forneceram *tablets* (em especial, o iPad) para doze (12) estudantes. Os *tablets* tinham instalados o App “Notability”, o qual permite o registro de anotações e desenhos. Os estudantes utilizaram esse App para efetuar os registros em aulas de laboratório, substituindo o tradicional “caderno de laboratório”. Os estudantes descreveram os procedimentos e observações da atividade prática usando uma caneta para *tablet*, o teclado do *tablet*, ou ainda com a função *talkto-text* no App “Notability” - essa última capaz de converter voz em texto, utilizada em laboratório por não ser recomendado tocar no *tablet* com luvas. Além disso, com esse App era possível obter e inserir fotos dos procedimentos nas suas anotações. Ao final de cada aula os estudantes armazenavam seus arquivos na “nuvem” (em especial no *Dropbox*), para que os colegas e professores tivessem acesso aos seus registros realizados nas aulas de laboratório.

Além de registrarem as observações da atividade prática, o *tablet* propiciava que os estudantes tivessem acesso a materiais, como livros e anotações feitas anteriormente, bem como aos roteiros das aulas de laboratório. Esses materiais podiam ser acessados antes e durante as aulas práticas.

D'Angelo (2014) e Pennington *et al.* (2011), acreditam que para que ocorra uma aprendizagem ativa mais ampla é necessário haver uma pré-preparação (por parte dos estudantes) antes das aulas. Para implementar essa proposta nas aulas de Química Orgânica os autores utilizaram os vídeos e outros materiais.

Utilizando o App "Panopto", o qual permite a criação de um repositório personalizado de vídeos, D'Angelo (2014) produziu e compartilhou vídeos com estudantes de um curso de Química, durante as aulas de Química Orgânica e aulas de laboratório. Por meio do App foram preparados e compartilhados materiais didáticos digitais e gravações das aulas ministradas, produzindo materiais para além da sala de aula.

Além disso, esses vídeos têm sido utilizados por alguns estudantes para esclarecer pontos que não entenderam durante a aula, para revisar conteúdos para provas ou ainda, auxiliando aqueles estudantes que não compareceram à aula,.

D'Angelo (2014) traz como exemplo os vídeos que preparam os alunos para a aula de estereoquímica. O autor afirma que, os alunos que não estão perto do professor têm dificuldade em ver claramente o que esse realiza com um kit de modelos moleculares para explicar as projeções de estereoisomerismo de Newman ou conformação de cadeiras, ao disponibilizar essas mesmas demonstrações em vídeos encoraja os alunos a manipular seus próprios modelos moleculares.

Além da gravação das aulas, foram utilizados alguns vídeos antes das aulas de laboratório, permitindo uma preparação prévia dos alunos antes de realizarem as práticas.

Pennington *et al.* (2011) relatam que na Georgia Gwinnett College (GGC) tem-se trabalhado, desde 2007 na disciplina de Química Orgânica, com a visão de que a aprendizagem é contínua e ocorre para além dos limites da sala de aula tradicional; para desenvolver essa visão, as aulas são desenvolvidas a partir do método Thayer⁴ com o apoio das TMSF.

⁴ Método Thayer é baseado na premissa de que os alunos estão dispostos e são capazes de fazer uma preparação antes de vir para as aulas teóricas e de laboratório.

Por os estudantes já possuírem familiaridade com os dispositivos móveis, a intenção dos autores foi desenvolver o conteúdo de Química Orgânica com o apoio desses dispositivos, utilizando-se *flashcards* para disponibilizar conteúdos de Química Orgânica, tais como grupos funcionais, estruturas e reações (Figura 8). Além disso, vídeos com técnicas de laboratório e mini-aulas foram disponibilizados por meio de *podcasts*, os quais foram preparadas pelos professores para que os estudantes pudessem estudar e se preparar fora da escola, tanto para as aulas de laboratório quanto para as aulas teóricas. Os materiais produzidos foram publicados no *síte* do curso *Blackboard* e disponibilizados na página pública do GGC.

Figura 8. Parte da frente e parte traseira do *flashcard* de reação orgânica



Fonte: Pennington *et al.* (2011)

Com o auxílio desses materiais os estudantes se preparam antes, sendo que o período de aula torna-se uma sessão de discussão e resolução de problemas. A sequência de como ocorreram as aulas é apresentada abaixo.

- 1) Preparação antes da aula usando um programa detalhado que é disponibilizado antecipadamente;
- 2) Consulta direcionada medir a compreensão dos estudantes e esclarecer dúvidas;
- 3) Discussão orientada focada na lição diária;
- 4) Demonstrações químicas e discussão;
- 5) Mini-aulas *on-the-fly* (explicações rápidas) conforme necessário;

- 6) Trabalho de comunicações dos estudantes (individuais e grupos) e relato da realização dos objetivos da lição; e,
- 7) Aplicação frequente de testes para proporcionar *feedback* aos alunos sobre os seus progressos.

Em relação à aceitação dos estudantes a inserção das tecnologias móveis nas aulas de Química Orgânica, Pennington *et al.* (2011) afirmam que os estudantes apreciam a mobilidade e o acesso a informação proporcionado pelos telefones celulares, por estarem sempre com eles ao contrário de recursos educacionais mais tradicionais, como os livros.

4.1.3 Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps de Química

Esta subcategoria foi criada para dois (2) artigos que desenvolvem estratégias de ensino e aprendizagem utilizando Apps específicos de Química. A seguir são relatados os artigos que apresentam experiências com essas características.

No ensino e aprendizagem de Química, a necessidade de abstração impacta a compreensão de conceitos dessa ciência, há um confronto em transpor esses conceitos abstratos para o mundo real, principalmente o que envolve a visualização 3D de estruturas.

A Química Orgânica pode ser de difícil compreensão para os estudantes principalmente devido a compreensão espacial requerida, sendo que isso implica diretamente na aprendizagem dos arranjos em 3D e propriedades das moléculas (Winter *et al.*, 2016; Alonso *et al.*, 2014). Na Faculdade de Química da Universidade Nacional Autónoma de México, Alonso *et al.* (2014) vêm utilizando nos últimos 9 anos ferramentas estereoscópicas⁵ e dispositivos móveis nas aulas de Química Orgânica, como uma possibilidade de auxiliar nessa problemática.

⁵ É uma tecnologia para imersão em ambientes virtuais, esses podem ser gerados por computadores, onde o efeito (capacidade de enxergar em três dimensões) pode ser alcançado usando óculos obturadores ou projetores polarizados.

A ferramenta estereoscópica utilizada é um Auditório chamado de “Sala IXTLI High” que permite ao estudante serem imersos em um mundo 3D; sentirem, tocarem e interagirem com as moléculas. Isso só é possível, pois esse auditório possui uma tela de 180° com 3 projetores que simulam o ambiente 3D.

Os dispositivos móveis utilizados para apoiar as aulas foram iPhone e iPad. Nesses dispositivos foram instalados Apps para visualização de estruturas ‘iMolview’; ‘iHyperchem’; ‘self assemble’; ‘Mobil Molecular DataSheet.’; ‘visualização 3D’. Estes Apps foram utilizados para modelar, pesquisar e observar estruturas 3D. Sendo que durante as aulas vários exemplos de reações químicas foram modelados em 3D para os estudantes compreendê-las.

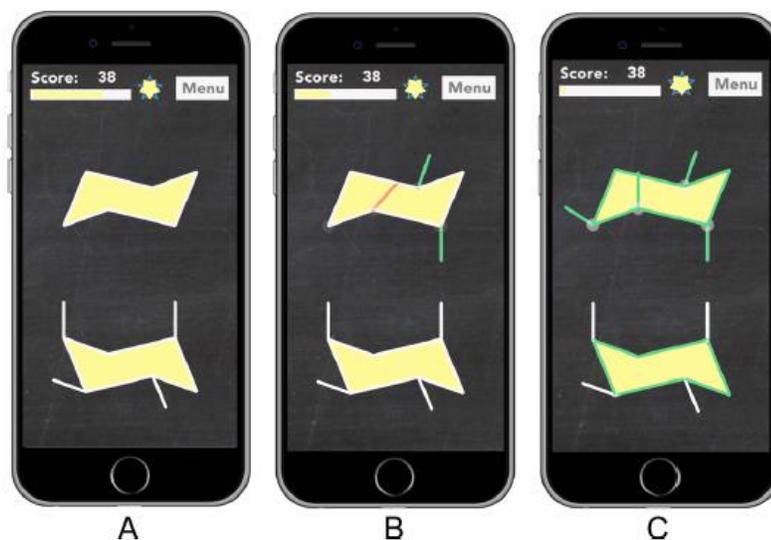
Apps para consulta de reações químicas, ‘Thix chemist’; ‘Reaction Flash’; ‘Reactions’; ‘Chembydesign’ foram os Apps utilizados durante as aulas para consulta de mecanismos de reações e dados de substâncias.

E Apps para consulta de informações e entrega de materiais ‘The Elements’; ‘ACS Móvel’; ‘WolfraAlpha’; ‘General Chemistry Course Assistant Wolfram’ e ‘Moodle’. Dentre os App foram utilizados tabela periódica para consulta de informações das propriedades dos elementos, uma plataforma *moodle* para disponibilizar matérias (texto, apresentações, vídeo e animações em 3D) e elaboração de questionários.

Winter et al. (2016) nas aulas de Química Orgânica em *Detroit Country Day School* também tem utilizado ferramentas para ajudar os estudantes a compreender o raciocínio espacial o jogo ‘Chairs!’⁶. (Figura 9)

⁶ No jogo os estudantes são apresentados a dois diferentes isômeros conformacionais do ciclohexano, no qual devem traçar a ligação no outro conformador com o correto ângulo, axial ou equatorial. Se a ligação é desenhada na posição correta essa fica verde caso contrário a ligação fica vermelha. O jogo é constituído em 13 níveis, nos primeiros 6 níveis, um círculo branco pulsa para indicar onde a ligação deve ser desenhada. Cada novo nível é adicionado uma ligação, sendo que do nível 7 a13 não há mais a indicação de onde a ligação deve ser desenhada.

Figura 9. Screenshots do App 'Chairs!' mostrando A) um nível inicial; B) um movimento incorreto em vermelho e C) um nível corretamente preenchido.



Fonte: Winter et al., 2016

Winter *et al.* (2016) desenvolveu um curso para estudantes do segundo ano de graduação, na disciplina em Química Orgânica I da Augsburg College. O curso foi dividido em 2 etapas e contou com a participação de 50 alunos.

Na primeira etapa utilizou-se a abordagem conhecida por *Flipped Classroom*, para abordar raciocínio espacial e o *flip* da estrutura do cicloexano, para tanto eram disponibilizados vídeos sobre isômeros conformacionais, para que os alunos assistissem antes das aulas. Os alunos tinham de instalar o App 'Chairs!' em seus dispositivos móveis. Na segunda etapa, em uma aula presencial, foram distribuídas atividades sobre o *flip* da estrutura do cicloexano, bem como uma demonstração do jogo 'Chairs!'. Logo após a demonstração, os estudantes foram convidados a jogar com seus próprios dispositivos durante 30 minutos, após isso individualmente eles competiram entre si e com o professor no jogo.

Winter *et al.* (2016) afirmam que atividades como esta tem tido um efeito positivo no engajamento dos alunos e na aprendizagem, seja no ensino médio ou superior.

4.2 TEMAS DA QUÍMICA ORGÂNICA ABORDADOS NOS PROCESSOS EDUCACIONAIS APOIADOS PELAS TECNOLOGIAS

Após a análise dos artigos percebeu-se que a maioria trata “genericamente” da Química Orgânica, não trabalhando especificamente um conteúdo.

Em relação aos temas da Química Orgânica abordados nos “achados” dessa pesquisa houve dificuldade para identificar esses temas, uma vez que a maioria dos trabalhos descreve a estratégia de ensino e de aprendizagem e os Apps utilizados - na sua maioria “Apps gerais” - e não indica os temas específicos trabalhados, apenas generalizam como “postados problemas de Química Orgânica”; “postado estrutura orgânicas e reações”, “organizados vídeos para distribuir conteúdos de Química Orgânica”. Mas quais reações? Quais conteúdos? Para que são utilizadas as estruturas?

Já em relação aos artigos da categoria “Estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps de Química” ambos utilizam as TMSF e seus Apps para trabalhar com a visualização de estruturas químicas e com o desenvolvimento da visão espacial. Os dois (2) artigos que compõem essa categoria trazem exemplos de Apps que permitem interações com a função representacional do mundo submicroscópico, no âmbito da Química por meio de uma visualização dinâmica e tridimensional que essas propiciam, as quais não seriam proporcionadas sem o apoio das tecnologias.

4.3 “ACHADOS” DOS APPS

A perspectiva educacional que utiliza *smartphones* e *tablets* é propiciada por meio da instalação de Apps, que conferem funcionalidades aos dispositivos móveis e a possibilidade de se desenvolver atividades com eles. Com o intuito de identificar os Apps para *smartphones* e *tablets* com potencial para os processos de ensino e aprendizagem em Química Orgânica, realizou-se uma busca de Apps para os sistemas operacionais *iOS* e *Android*, para a loja “App Store” o número de aplicativos que retornou para a palavra “Química Orgânica” foi de 128 Apps, já para a palavra-chave “Organic Chemistry” retornaram 148 Apps. Para a loja “Play Store” independente da

palavra chave utilizada sempre retornou o mesmo número de aplicativos, sendo que essa não considera todos os disponíveis e/ou insere Apps não específicos à pesquisa realizada para fechar o número de 149 Apps.

Na busca foram selecionados apenas os Apps gratuitos e que possuíam conteúdo ligado a Química Orgânica, verificando suas descrições. A partir disso pré-selecionou-se 66 Apps na loja virtual “Play Store” e 40 Apps na loja virtual “App Store”.

Muitos dos Apps encontrados estavam disponíveis apenas para um sistema operacional (Android ou iOS), entretanto, buscando encorajar a prática do “Bring Your Own Device⁷” (BYOD) é necessário o uso de Apps multiplataforma, ou seja comuns a ambos sistemas operacionais, sendo que ao total foram contabilizados doze (12) Apps multiplataforma 80 Apps disponíveis somente para um dos sistemas operacionais.

Os 92 Apps pré-selecionados foram analisados utilizando-se os critérios do Quadro 4.

Após testar cada um dos Apps e avaliá-los, foram excluídos aqueles cujo conteúdo só pode ser consultado com acesso *online* à internet; que possuíam uma interface e navegação de difícil compreensão (classificadas como ruim) e que restringiam grande parte do seu conteúdo (sendo possível o acesso somente pagando).

Em relação ao idioma, não se restringiu somente a escolha de Apps em português, mesmo sabendo que o idioma pode ser um fator limitante a professores e alunos, se fez essa escolha devido a Química possuir uma linguagem simbólica universal.

Com base no Quadro 4 e aplicando os critérios “Interface”; “Restringe o acesso aos conteúdos”; “Funcionalidades restritas a internet” selecionou-se cinquenta e nove (59) Apps, os quais foram objeto de análise dessa pesquisa.

⁷ BYOD é a prática que estimulam discentes e docentes a portarem e utilizarem seus próprios dispositivos.

4.4 TEMAS DA QUÍMICA ORGÂNICA ABORDADOS NOS APPS

Mais importante que identificar a quantidade de Apps para *smartphones* e *tablets* que estão disponíveis, é identificar quais temas desta área do conhecimento são contemplados nos Apps, bem como suas características.

Os cinquenta e nove (59) Apps selecionados foram organizados em uma tabela (APÊNDICE B) contendo os seguintes tópicos: ícone, título loja virtual que está disponível, descrição, temas da Química abordado, nível de ensino, idioma e classificados segundo suas características.

Em relação às categorias que descrevem os Apps, esses foram classificados em:

- Jogos: aplicativos que dão ao usuário *Feedback* para o seu desempenho. Pontuações podem ser determinadas através de testes, quebra-cabeças, relacione, etc;
- Instrucional: aplicativos para ensinar ou revisar tópicos de Química Orgânica (*e-books*, guia de estudo, flashcards);
- Visualização de estrutura: aplicações baseadas em uma modelagem 3D, contendo representações de estruturas;
- Animações: aplicações com animações ou simulações de experimento de laboratório;
- Banco de dados: aplicações que disponibilizam dados para consulta (nomes e estruturas de compostos; mecanismos de reações e termos da Química).

Um App pode ser classificado em mais de uma categoria, dependendo de suas características e funcionalidades. Entretanto, ao classificá-los priorizou-se que cada App fosse enquadrado em apenas uma categoria, que melhor descrevesse sua função.

As categorias descritas acima ainda possuem subcategorias, para classificação dos Apps em relação aos temas da Química Orgânica abordados, são essas: Funções Orgânicas; Estruturas Químicas; Reações Orgânicas; Compostos (aborda nomenclatura, informações e estrutura); Nomenclatura; Estereoquímica; Classificação de Cadeias; Medicamentos; Química Orgânica Geral (aborda vários temas); Isomeria; Forças Intermoleculares; Espectroscopia e Solventes Orgânicos.

Para cada uma das categorias os respectivos Apps que a compõem, assim como a descrição de um App representativo são apresentados a seguir, de forma a contribuir para que os docentes tenham informações acerca desses possíveis materiais didáticos. A categoria “jogos” possui dezesseis (16) Apps, sendo esses: ‘Funções orgânicas em química orgânica - O teste’; ‘Organic Chemistry Nomenclature’; ‘Chirality 2’; ‘Clear Organic Chemistry Lite’; ‘Substâncias químicas: Química orgânica, inorgânica’; ‘Hidrocarbonetos: Estruturas químicas’; ‘Ácidos carboxílicos e ésteres’; ‘Quim Test’; ‘Chirality’; ‘Organic Chemistry Flashcards’; ‘Estudapp Química’; ‘Organic Chemistry Quis’; ‘Chemical Detectives’; ‘Chain Chemistry’; ‘Química em 1 Minuto - Funções Orgânicas’; ‘Funciones Químicas Orgánicas’;

. Nesta categoria o tema da Química Orgânica que é abordado com mais frequência é funções Orgânicas e nomenclatura.

A seguir é apresentado um esquema dos Apps que compõem a categoria “jogos” com seus respectivos temas (Figura 10) e a na sequência a descrição de um dos Apps.

Figura 10. Categoria jogos com seus respectivos Apps e temas da Química Orgânica abordados.



Fonte: Autoria própria

Dentre os Apps que compõem essa categoria escolheu-se o App ‘Quim Test’ para realizar sua descrição. Esse foi desenvolvido em língua portuguesa e apresenta uma abordagem de conteúdos divididos em três tópicos: conceitos; fórmulas, reações e equações químicas e estrutura de moléculas. Esse último tópico aborda conteúdos de Química Orgânica, divididos em três níveis de dificuldade, atendendo o nível médio e superior. Proporciona ao usuário interatividade e participação, assim como os aspectos audiovisuais. Permite ao estudante testar seus conhecimentos em diferentes temas com *feedback*, ao explorar os conteúdos de Química Orgânica, no tópico moléculas, apresenta algumas atividades que exploram a nomenclatura de diferentes compostos a partir da movimentação e visualização da imagem em 3D (Figura 11)

Figura 11. Interface do App ‘Quim Test’



Fonte: Autoria Própria

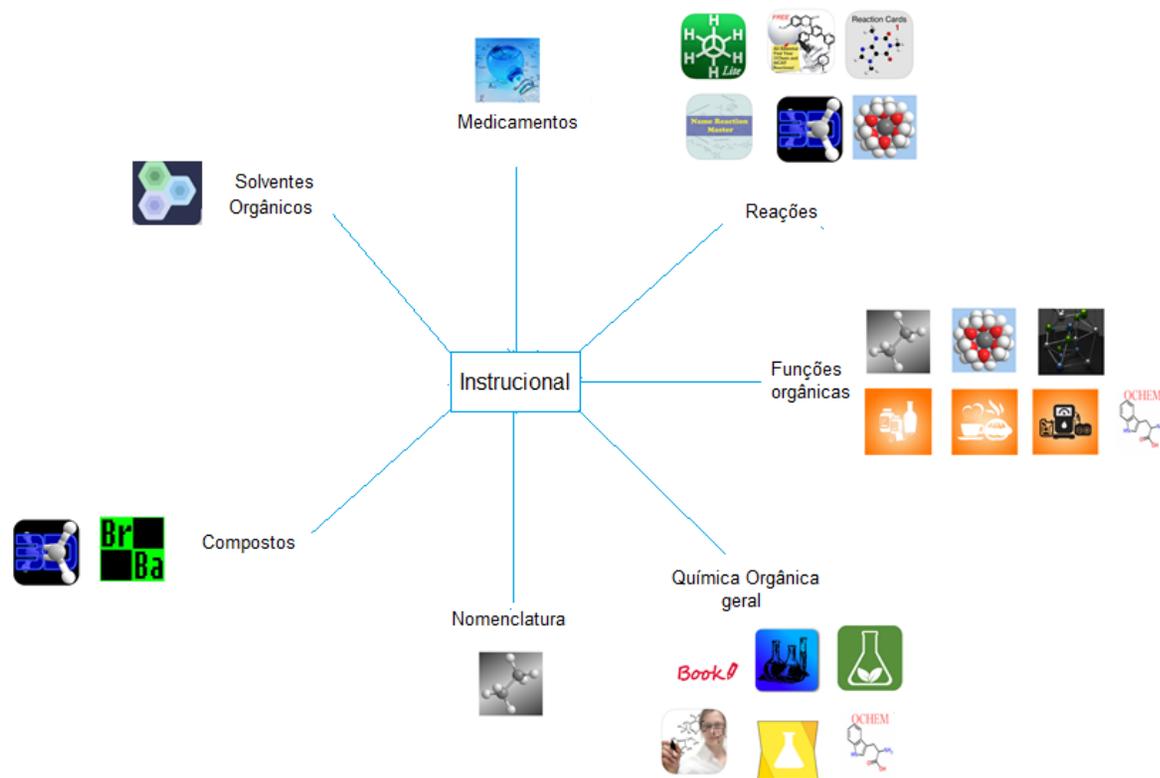
A categoria “instrucional” possui vinte (20) Apps sendo esses: ‘Resumão de química’; ‘Nomenclatura Química Orgânica’; ‘Química Orgânica’; ‘Química Orgânica’; ‘Química ENEM’; ‘Book’; ‘Organic Chemistry Visualized’; ‘Organic Chemistry Today’;

'Organic Chemistry Info'; 'Alcohols Phenols and Ethers'; 'Aldehydes and Ketones'; 'Hydrocarbons'; 'Organic Flash Cards'; 'Learn Organic Chemistry Reaction Cards 1'; 'Organic Chemistry Essentials'; 'Organic Chemistry!'; 'Name Reaction Master'; 'Tap OChem Lite'; 'OCHEM'; 'ITC_MTY: Solvenet' e 'OCHEM'.

Nesta categoria os temas mais abordados são aspectos gerais da Química Orgânica, funções orgânicas e reações orgânicas. Para os aspectos gerais da Química Orgânica, os Apps trabalham com vídeos, textos, *flashcards* e dicionários, abordando conceitualmente vários temas e termos da Química Orgânica. Dos Apps de funções orgânicas e reações, a maioria aborda os seus conteúdos na língua inglesa, sendo que quatro (4) Apps de reações ('Tap OChem Lite'; 'Organic Chemistry!'; 'Name Reaction Master' e 'Learn Organic Chemistry Reaction Cards 1') são voltados para o ensino superior. Os Apps 'ITC_MTY: Solvenet' e 'Organic Chemistry Today' abordam as temáticas solventes e medicamentos, sendo que com esses Apps é possível introduzir o conteúdo de funções a partir de temas geradores.

Na Figura 12 é apresentado um esquema com os Apps que compõem a categoria instrucional e os temas da Química Orgânica que abrangem; na seqüência é apresentada, como exemplo, a descrição de um desses Apps.

Figura 12. Categoria instrucional com seus respectivos Apps e temas da Química Orgânica abordados.



Fonte: Autoria própria

Dentre os Apps que compõem essa categoria escolheu-se o App 'Resumão de Química' para realizar sua descrição. Esse é disponibilizado em português e traz conteúdos de várias áreas do conhecimento, exploradas no ensino médio (Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica). O aplicativo traz resumos, simulado com questões do ENEM, jogos, galeria de moléculas, galeria de vidrarias, entre outros (Figura 13). Quanto aos aspectos educacionais, esse App pode ser utilizado no nível médio como uma ferramenta de estudo, sendo que os resumos podem ser úteis para relembrar tópicos e as questões podem ajudar a testar conhecimentos prévios. Todavia, o mesmo apresenta alto nível de interatividade e participação do usuário principalmente por oferecer um *feedback* em relação aos conteúdos abordados pelo aplicativo por meio dos jogos.

Figura 13. Interface do App 'Resumão de Química'.

The image displays three screenshots of the 'Resumão de Química' app interface. The first screenshot shows a main menu with a blue header 'Resumão Aprendendo química' and five circular icons representing different chemistry topics: 'Química geral' (atom icon), 'Físico-química' (flasks icon), 'Química orgânica' (molecular structure icon), 'Questões' (book icon), and 'Simulado' (clipboard icon). The second screenshot shows a detailed page for 'CLASSIFICAÇÃO DAS CADEIAS' with a blue header and a red '10' badge. It contains text explaining chain classification: '1 - Quanto ao fechamento da cadeia:' followed by '1.1 - Cadeia aberta, acíclica ou alifática: apresenta pelo menos duas extremidades livres, sem nenhum fechamento, ciclo ou anel na cadeia.', '1.2 - Cadeia fechada ou cíclica: não possui nenhuma extremidade, quer dizer que há um encadeamento entre os átomos de carbono formando um ciclo, núcleo ou anel.', and '1.3 - Cadeia mista: para este tipo de cadeia temos pelo menos uma parte'. The third screenshot shows a chemical structure of butane (H-C-C-C-H) and three blue buttons labeled 'Butano', 'Pentano', and 'Propano'.

Fonte: Autoria Própria

A categoria “visualização de estruturas” possui dez (10) Apps, todos englobam o conteúdo de estruturas, os quais exploram as representações de estruturas moleculares, permitindo sua visualização tridimensional e também sua construção. Esses Apps permitem aos usuários estabelecerem relações mais claras entre os

aspectos macroscópicos, simbólicos e submicroscópicos essenciais no ensino de Química (GIORDAN, 2008). Os Apps '3D Molecular AR(Alcohol)'; '3D Molecular AR (Alkane)'; '3D Molecular AR(Acid)' e 'Mirage – Groupes Fonctionnels' trabalham na perspectiva da realidade aumentada, ou seja as estruturas (objeto virtual) e projetado para o mundo real. Cada um dispõe de 52 marcadores com estruturas de diferentes grupos funcionais. Os Apps 'Moléculas 3D con JSMol'; '3D VSEPR'; 'Moléculas' centram-se numa série de moléculas em 3D, de diversos compostos químicos permitindo a manipulação e visualização, além de fornecer informação. Os Apps 'Organic Sketchpad' e "Molecule" permitem a construção de moléculas no formato bidimensional, ilustrando a sua estrutura, assim como fornecem informações como, massa molecular, composição elementar, comprimento de ligação, etc. Já o App 'WebMO' permite construir as moléculas e após visualizá-las em 3D.

Na Figura 14 é apresentado um esquema dos Apps que compõem a categoria "visualização de estruturas" com os temas da Química Orgânica que abrangem; e, na sequência é apresentada, como exemplo, a descrição de um App dessa categoria.

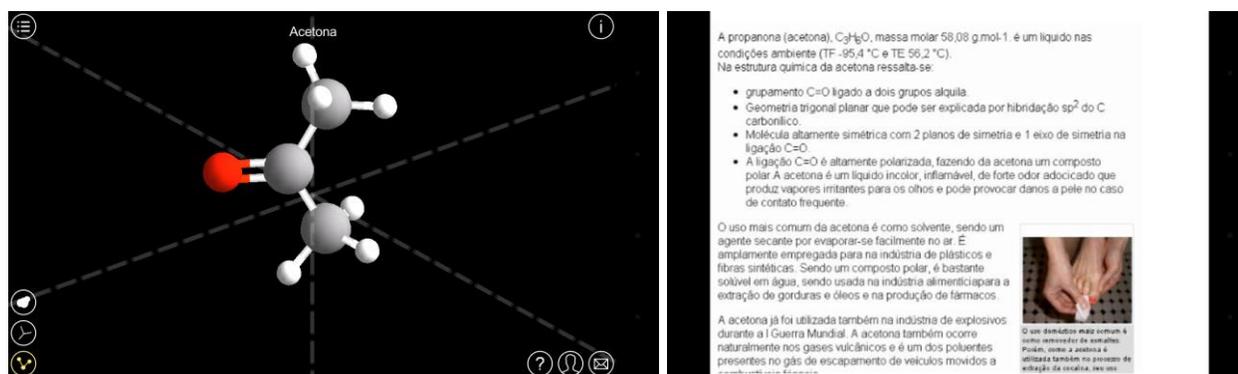
Figura 14. Categoria visualização com seus respectivos Apps e temas da Química Orgânica abordados.



Fonte: Autoria própria

Dentre os Apps que compõem essa categoria escolheu-se o App ‘Moléculas’ para realizar sua descrição. Este foi construído em português e centra-se numa série de moléculas em 3D, de diversos compostos químicos, possui interface de fácil acesso e navegação. O mesmo apresenta indicações positivas no que diz respeito à interatividade permitindo manipular as estruturas de forma a observá-las por diferentes ângulos, compartilhar imagens da estrutura molecular via e-mail e ainda ressalta-se a abordagem dos compostos de forma contextualizada, pois este traz correlação entre o conhecimento químico e sua aplicação no cotidiano, apresenta a nomenclatura sistemática de acordo com a IUPAC, entre outros aspectos (Figura 15). Quanto aos aspectos educacionais este permite aos educandos estabelecerem relações mais claras entre os aspectos macroscópicos, simbólicos e submicroscópicos essenciais no ensino de Química (GIORDAN, 2008).

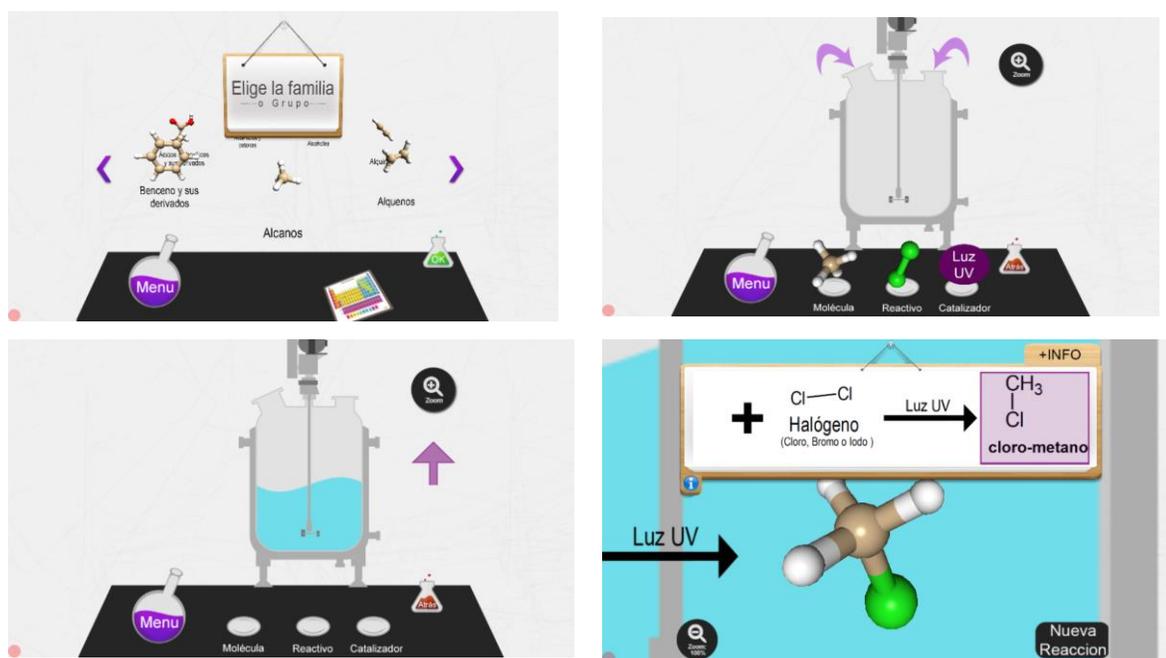
Figura15. Interface do aplicativo ‘Moléculas’ ressaltando a estrutura da acetona.



Fonte: Autoria própria

A categoria “animações” possui somente um (01) App, que trata do tema reações. O App ‘SimulReac’ (Figura 16) é um simulador que utiliza tecnologia 3D. O App simula reações orgânicas em um reator, em que se inserem os produtos desejados (dentre aqueles que são oferecidos) e um catalisador; é possível dar um zoom e assim visualizar a representação da reação química em 3D.

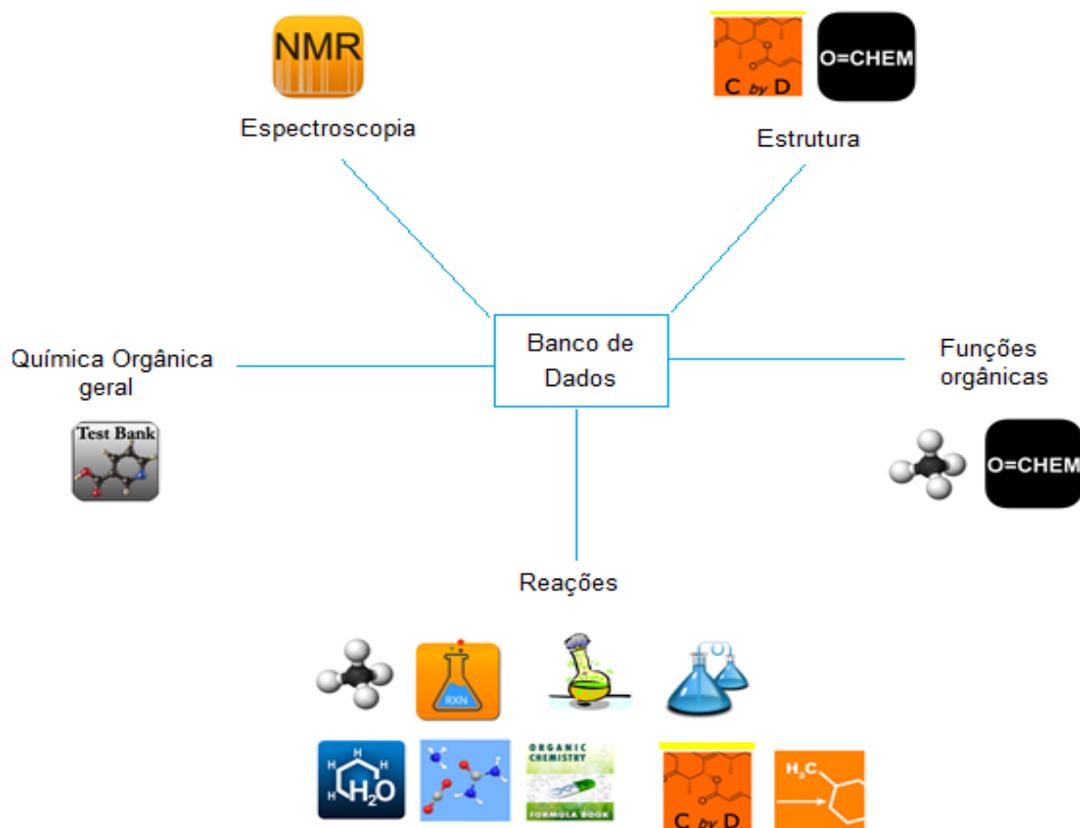
Figura 16. Interface do App 'SimulReac'.



Fonte: Autoria própria

E por último, a categoria “banco de dados”, a qual possui doze (12) Apps, sendo esses: ‘Química’; ‘Organic Reactions’; ‘Organic Chemistry Formula Book’; ‘Organic chemistry database’; ‘Organics Name Reactions’; ‘Reações orgânicas’; ‘Reações Orgânicas’; ‘Chemistry By Design’; ‘ReactionFlash’; ‘Organic Chemistry Test Bank Lite’; ‘O=Chem’ e ‘Orange NMR’. Os Apps que abordam a temática reação foram mais numerosos, e se constituem de banco de dados que trazem esquemas, descrições e mecanismos de reações para cada grupo funcional. A maioria dos Apps dessa categoria é indicada para o ensino superior. Nesta categoria o App ‘Organic Chemistry Test Bank Lite’ foi o único encontrado, dentre os 58 Apps, voltado para o professor, este é um banco que disponibiliza exercícios para serem aplicados. Na Figura 17 é apresentado um esquema dos Apps que compõem a categoria e os temas da Química Orgânica que abrangem; na seqüência é apresentada, como exemplo, a descrição de um desses Apps.

Figura 17. Categoria banco de dados com seus respectivos Apps e temas da Química Orgânica abordados.



Fonte: Autoria própria

Dentre os Apps que compõem essa categoria escolheu-se o App 'Reações Orgânicas' para realizar sua descrição. Esse é disponibilizado em português e traz informações sobre diversas reações orgânicas, tais como: nome das reações, substrato, reagente, produto, classificação da reação e mecanismo. No que se refere ao conteúdo, todos os Apps dessa categoria, inclusive esse, exploram de maneira superficial os conteúdos disponibilizados. Em termos de interatividade, a proposta limita-se a escolha de reações e a leitura visual, assim não se observou a presença de aspectos lúdicos, o que não impede que o mesmo possa ser explorado (Figura 18).

Figura18. Interface do App 'Reações Orgânicas'.



Fonte: Autoria própria

Com base nos Apps analisados destaca-se a necessidade do professor reconhecer que esses possuem limitações, independentemente se foram elaborados para fins educacionais ou não. Logo o desafio encontra-se em identificar as características e potencialidades que cada App tem a oferecer, para isso é necessário que os professores avaliem e testem cada um. Assim pretende-se que os Apps encontrados sirvam de base para os professores selecionarem, avaliarem, planejarem e explorarem os Apps no contexto educacional brasileiro.

4.5 CONTRIBUIÇÕES DAS TMSF PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA QUÍMICA ORGÂNICA

A incorporação das TMSF e seus Apps nos processos de ensino e aprendizagem em Química Orgânica pode contribuir para a promoção da interatividade, do

desenvolvimento da autonomia, do trabalho colaborativo, bem como para desenvolver habilidades intrínsecas dessa ciência.

As estratégias de ensino e aprendizagem que utilizam Apps de Química trabalham temas da química submicroscópica (visualização de estrutura e geometria), mostrando que a utilização dessas tecnologias e seus Apps podem auxiliar na compreensão de aspectos abstratos, apoiando na construção de conceitos que relacionam os níveis submicroscópico e representacional e no desenvolvimento da habilidade visual e espacial, importante para entender como os átomos das moléculas estão dispostos espacialmente (geometria molecular), ajudando a entender e a definir as propriedades das substâncias que podem ser medidas ou observadas (nível macroscópico).

As estratégias que utilizam Apps “gerais” para *smartphones* e *tablets* caracterizam-se pela adoção desses dispositivos móveis para o registro de informações geradas em sala de aula para além do registro em papel, construindo e inserindo imagens, criando e disponibilizando vídeos educativos, bem como a utilização de “computação na nuvem”, dos *blogs* e das redes sociais para o compartilhamento dos registros e arquivos criados por professores e estudantes. Todas se caracterizando por atividades que estimulam um modelo educacional que considera a mobilidade física, tecnológica, sociointeracional e temporal. De forma a contribuir para a produção de conhecimento tanto de maneira individual quanto coletiva, e mais do que isso, proporcionar a continuidade das atividades desenvolvidas em sala de aula, ao proporcionar que os estudantes tenham acesso aos registros e materiais relacionados à aula, bem como, o desenvolvimento de atividades em qualquer lugar e a qualquer momento.

Com os diferentes Apps é possível desenhar estruturas, consultar mecanismos de reações e estruturas (dimensão representacional); visualizar moléculas e “manipular” suas estruturas tridimensionais (dimensão submicroscópica); acessar catálogos e banco de dados que fornecem propriedades e aplicações dos compostos orgânicos (dimensão macroscópica), entre outras possibilidades.

Nesse contexto, as TMSF e os Apps se mostram úteis, principalmente na representação do nível submicroscópico e representacional e na motivação para a aprendizagem da Química Orgânica. Diversas consultas à literatura permitem diagnosticar que as mais significativas dificuldades que surgem na construção do conhecimento químico tem como desafio essas particularidades (FERNANDEZ e MARCONDES, 2006; GIORDAN, 2008; ROQUE e SILVA, 2008; POZO e CRESPO, 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a ampla difusão de *smartphones* e *tablets* entre os jovens que frequentam o ensino básico e a universidade, essas TMSF tornam-se convenientes para a educação por meio dos Apps, podendo ser instalados e acessados em qualquer tempo e lugar, oferecendo assim mobilidade, e mais do que isso, contribuem para espaços de aprendizagem para além da escola.

A pesquisa realizada proporcionou conhecer as principais estratégias de ensino e aprendizagem em Química Orgânica com apoio das TMSF que vem sendo desenvolvidas nos últimos anos. Porém o que se percebeu durante a pesquisa bibliográfica é que essa prática ainda não é tão desenvolvida no Brasil, frente a outros países.

Além disso, as estratégias que utilizaram Apps “gerais” para *smartphones* e *tablets* foram mais numerosas e caracterizaram-se pela adoção desses dispositivos móveis para o registro de informações, uso de redes sociais e Apps de comunicação (WhatsApp) possibilitando a interação do professor - estudante fora da sala de aula tradicional, socialização de materiais por meio de *flashcards* e vídeos. As estratégias que utilizaram Apps específicos para o ensino de Química desnudaram, em especial, o potencial dos *smartphones* e *tablets* para proporcionar aos estudantes de Química a vivência com a representação de estruturas moleculares tridimensionais.

Em relação ao estudo dos aplicativos disponíveis, observou-se que possui um número expressivo de Apps, entretanto, a partir da análise desses, verificou-se que poucos seriam significativos para o ensino e aprendizagem de Química. Isso mostra a importância da avaliação e reconhecimento das potencialidades de cada um dos diferentes Apps, permitindo ao professor selecionar e indicar a seus estudantes aqueles com características apropriadas para diferentes estudos e abordagens.

Dessa maneira, compreende-se que somente o conhecimento dos Apps disponíveis não é suficiente para que ocorra inovação na educação em Química, é necessário, primeiro, que os professores atribuam sentidos, signifiquem o uso desses

dispositivos no que se refere à compreensão de como os sujeitos aprendem na interação com esses dispositivos e Apps em relação as especificidades da área de conhecimento da Química Orgânica.

Em relação a isto, percebe-se que principalmente os Apps que trabalham com a visualização de estruturas, como o App 'moléculas' que permite trabalhar com visualização 3D das moléculas (habilidade visual – espacial) e os Apps que apresentam simulações como o Apps 'SimulReac', o qual proporciona vivências no âmbito da Química submicroscópica e representacional ajudando a superar alguns dos desafios considerados como abstratos no ensino e aprendizagem de Química Orgânica.

Esta pesquisa permitiu perceber que, quando utilizada com significado e critério, a tecnologia pode contribuir para a produção do conhecimento e a melhoria do processo ensino e aprendizagem em Química Orgânica. Nesse sentido uma das contribuições das TMSF e dos Apps, centra-se na possibilidade de novas abordagens, com a viabilidade de inovação, interação, simulação e experimentação antes não possíveis para o desenvolvimento de conceitos químicos. Entretanto, para isso o professor precisa buscar conhecer e estar consciente de que a adoção de TMSF na área educacional tem reflexos na sua prática docente e nos processos de aprendizagem.

A partir disso busca-se como perspectiva futura a esse trabalho continuar o trabalho de avaliação dos Apps, a partir de uma abordagem que saliente as possibilidades educacionais de cada um, assim como foi realizado para alguns Apps descritos neste trabalho, e que, a partir desse levantamento, possam ser sugeridas atividades a serem desenvolvidas com o apoio desses Apps, para que então essas sirvam de motivação e inspiração aos professores dessa ciência para a adoção das TMSF em suas aulas.

6 REFERÊNCIAS

ALONSO, R. C.; GONZÁLES, Q.; DOMÍNGUEZ, T. H. the use of portable devices to teach organic chemistry at the university, Virtual Reality. Proceedings of ICERI2011 Conference. p.1621-1630, 2011.

AMICK, A. W.; CROSS, N. An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads. Journal of Chemical Education, v. 91, n. 5, p. 753-756, 2014..

BARRO, M. R.; FERREIRA, Q.J. QUEIROZ, S. L. Blogs: Aplicação na Educação em Química. Revista Química nova na Escola, n. 30, nov. 2008.

CHASSOT, I. A. Alquimiando a Química. Quím. Nova na Escola, n. 1, maio, 1995.

CAMACHO, E. M.; CARRIÓN, D. M.; CHAYAH, M.; CAMPOS, J. The use of wiki to promote students' learning in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2016.

D'ANGELO, J. G. Use of Screen Capture To Produce Media for Organic Chemistry. Journal of Chemical Education, v. 91, n. 5, p. 678-683, 2014.

FANTINI, H. L.. MATEUS, L. A. Ciência na tela: Videos em sala de aula. In: MATEUS, A.L. (Org.). Ensino de Química mediado pelas TICs. Minas Gerais. Editora UFMG, 2015. p.67-95.

FERNANDES, C.; MARCONDES, R. E. M. Concepções dos estudantes sobre ligações químicas. Quim. Nova na Escola, n. 24, 2006.

FERREIRA, M.; MORAIS, L.; NICHELE, T.Z. e DEL PINO, J.C. Química Orgânica. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de Química Orgânica no nível médio: uma proposta curricular. Acta Scientiae, v. 11, n.1, p. 101-118, 2009.

GIORDAN, Marcelo. Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2011. IBGE. 2013. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2013. IBGE. 2015. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2013/>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2014. IBGE, 2016. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2014/>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2015. IBGE. 2016. Disponível em: < <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/>>.

JANKE, C. L.; PEREIRA, S. A. Contribuições do software Avogadro para a aprendizagem na disciplina de Química na Escola Tiradentes de Santo Ângelo – RS. 2011.

JOHNSTONE, A. H. Macro and microchemistry. *The School Science Review*, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? . *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

JUNIOR, D. I. A.; SILVA, T. R. J. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. *Química nova na escola*, v. 38, n. 1, p. 60-69, 2016.

KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus, 2007.

KORICH, L. A. Harnessing a Mobile Social Media App To Reinforce Course Content. *Journal Chemical Education* v. 93, p. 1134–1136, 2016.

LEE, M. W. A.; NG, Y. K. J.; WONG, W. Y. E.; TAN, A.; LAU, Y. K. A. Lecture Rule No. 1: Cell Phones ON, Please! A Low-Cost Personal Response System for Learning and Teaching. *Journal Chemical Education* V. 90 , n.3, pp 388–389, 2013.

MARCONDES, R. E. M.; SOUZA, L. F.; AKAHOSHI, H. L.; SILVA, E. A. M. *Química Orgânica: Reflexões e Propostas Para o Seu Ensino*. São Paulo: Centro Paula Souza – Setec/MEC, 2014.

MORAN, J.M.I. Tablets e netbooks na educação, 2012. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/tablets.pdf>.>

MORESCO, S. F. S.; BEHAR, P. A.; Blogs para a aprendizagem de física e química. *Novas Tecnologias na educação*. v.4, n.1, julho 2006.

MATEUS, A. L. Colaboração à distância: blogs e wikis. In: MATEUS, A.L. (Org.). *Ensino de Química mediado pelas TICs*. Minas Gerais. Ed. UFMG, 2015. p.137-150.

MATOS, S. C. A.; TEIXEIRA, D. D.; SANTANA, P. I.; SANTIAGO, A. M.; PENHA, F. A.; MOREIRA, T. C. B.; CARVALHO, A. F. M. Nomenclatura de Compostos Orgânicos no Ensino Médio: Influência das Modificações na Legislação a partir de 1970 sobre a Apresentação no Livro Didático e as Concepções de Cidadãos. *Quim. Nova na Escola*, v. 31, n. 1, 2009.

MATEUS, A. L.; VIEIRA, M.G. Programas multiuso: para todo e para as aulas também. In: MATEUS, A.L. (Org.). *Ensino de Química mediado pelas TICs*. Minas Gerais. Editora UFMG, 2015. p.13-39.

MATEUS, A. L.; VIEIRA, M.G. Ciência na tela: Vídeos em sala de aula. In: MATEUS, A.L. (Org.). *Ensino de Química mediado pelas TICs*. Minas Gerais. Editora UFMG, 2015. p.67-95.

NICHELE, A.G.; SCHLEMMER, E. Tablets no Ensino de Química nas Escolas Brasileiras: investigação e avaliação de aplicativos. In: III Colóquio Luso Brasileiro de Educação a Distância e E-learning, 2013, Lisboa: Universidade Aberta, LEAD, 2013. p. 1-15.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E.; RAMOS, A. F. QR codes na educação em química. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 13, n. 2, 2015.

PAULETTI, F.; AMARAL, P. M.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 3, p. 121 -134, 2014.

PAZINATTO, S.M.; BRAIBANTE, S. T. H.; BRAIBANTE, F. M. E.; TREVISAN, C. M.; SILVA, S. G. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. *Quim. Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

ROQUE, F. N.; SILVA, B. P. L. J. A linguagem e o ensino da Química Orgânica. *Química Nova*, Vol. 31, No. 4, 921-923, 2008.

PESSOA, A. B. A informática como instrumento mediador do ensino de Química aplicada na formação inicial dos professores. Brasília 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências: Química). UNB, BRASILIA 2007.

PENNINGTON, R. P. J.; PURSELL, P. D.; SLOOP, C. J.; TSOI, Y. M. Engaging science students with handheld technology and applications by re-visiting the Thayer method of teaching and learning. *Systemics cybernetics and informatics*. V. 9, n. 7, p. 46-50, 2011.

RAUPP, D.; EICHLER, L.M. A rede social *Facebook* e suas aplicações no ensino de química. *Revista Novas Tecnologias na educação*, v. 10, n. 1, julho 2012

SCHLEMMER, E. Políticas e práticas na formação de professores a distância: por uma emancipação digital cidadã. XI Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores. 2011. Disponível em: <<http://www.unesp.br/portal#!/prograd/xi-cepfe---i-cnfp/xi-cnfp-cepfe-2011/>>

SILVA, G. R.; VIEIRA, G. M.; MACHADO, A. H.; MATEUS, A. L. Colaboração à distância: redes sociais. In: MATEUS, A.L. (Org.). *Ensino de Química mediado pelas TICs*. Minas Gerais. Editora UFMG, 2015. p.151-168.

SILVA, S. T.; SOUZA, N. J. J.; FILHO, C. R. J. Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de Química. *Experiências em Ensino de Ciências* V.12, N.2, 2017.

SOLOMONS, G.; FRYHLE, C. *Química Orgânica*. Volume 1. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000

POZO, J. I. & CRESPO, M. Á. G. A. (2009). *Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.

TAPSCOTT, D. *Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing you World* HC. 2009

TEO, T. W., TAN, K. C. D., YAN, Y. K., TEO, Y. C., & YEO, L. W. (2014). How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning. *Chemistry Education Research and Practice*, v.15, n. 4, p. 550-567, 2014..

WARTHA, J. E.; REZENDE, B. D. A elaboração conceitual em Química Orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. *Revista Ciência Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

WINTER, J.; WENTZEL, M.; AHLUWALIA, S. Chairs!: A Mobile Game for Organic Chemistry Students To Learn the Ring Flip of Cyclohexane. *Journal Chemical Education*. v. 93, n. 9, p. 1657 -1659, 2016.

ZAN, N. The Effects of Smartphone Use on Organic Chemical Compound Learning. *US-China Education Review*. v. 5, n. 2, p. 105-113, 2015.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUADRO DE RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ano	Título/ Periódico	Autor(es)	Descritores	Link par acesso
2017	Application of tablet devices in a chemical laboratory at college of technology SII 2016 - 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration 7844103, pp. 832-837	Sato, H., Fukumoto, K., Oshio, A.	“Organic chemistry and Tablet” Scopus	Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/document/7844103/
2016	Just-in-Time Teaching Organic Chemistry with iPad Tablets ACS Symposium Series 1228, pp. 81-92	Houseknecht, J.B.	“Organic chemistry and Tablet” Scopus	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2016-1228.ch005
2016	Harnessing a Mobile Social Media App To Reinforce Course Content JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 93 Edição: 6 Páginas: 1134-1136 Publicado: JUN 2016	Korich, Andrew L.	“Organic chemistry and Mobile learning” web of science	Disponível em: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.5b00915
2016	Chairs!: A Mobile Game for Organic Chemistry Students To Learn the Ring Flip of Cyclohexane JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 93 Edição: 9 Páginas: 1657-1659 Publicado: SEP 2016	Winter, Julia; Wentzel, Michael; Ahluwalia, Sonia	“Organic chemistry and Mobile learning” web of science e Scopus	Disponível em: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.5b00872
2016	The use of wiki to promote students' learning in higher education (Degree in Pharmacy) INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN HIGHER EDUCATION Volume: 13 Número do artigo: 23 Publicado: JUN 2016	Encarnacion Camacho, M.; Dora Carrion, M.; Chayah, Mariem; et al.	“Organic chemistry and smartphones” web of science e Scopus	Disponível em: https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-016-0025-y
2016	Just-in-Time Teaching Organic Chemistry with iPad Tablets Conferência: 23rd Biennial	Houseknecht, Justin B.	“Organic chemistry and tablets” web of science	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2016-1228.ch005

	Conference on Chemical Education Local: Grand Valley State Univ, Allendale, MI Data: AUG 03-07, 2014			
2015	Improving Academic Reading Habits in Chemistry through Flipping with an Open Education Digital Textbook Conferência: International Chemical Congress of Pacific-Basin-Societies Local: Honolulu, HI Data: DEC 15-20, 2015	McCollum, Brett M.	“Organic chemistry and Apps e Organic chemistry and Mobile learning” web of science	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2016-1235.ch002
2015	The Effects of Smartphone Use on Organic Chemical Compound Learning US-China Education Review A, February 2015, Vol. 5, No. 2, 105-113 doi: 10.17265/2161-623X/2015.02.003	Zan, Nuray	“Organic chemistry an smartphones” ERIC	Artigo
2014	Technology will challenge the existing paradigm for teaching organic chemistry: 3D printing, tablets, & gamification in Boston University's Spring 2014 CH212 Conferência: 248th National Meeting of the American-Chemical-Society (ACS) Local: San Francisco, CA Data: AUG 10-14, 2014	Schaus, Scott E.; Summo, Kathryn; Keil, Hans C.; et al.	“Organic chemistry and tablets” web of science	Somente resumo: http://acselb-529643017.us-west-2.elb.amazonaws.com/chem/248nm/program/view.php?obj_id=280032&terms=
2014	Use of Screen Capture To Produce Media for Organic Chemistry JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 91 Edição: 5 Páginas: 678-683 Publicado: MAY 2014	D'Angelo, John G	“Organic chemistry and tablets” web of science e Scopus	Disponível em: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300649u
2014	An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 91 Edição: 5 Páginas: 753-756 Publicado: MAY 2014	Amick, Aaron W.; Cross, Nancy	“Organic chemistry and tablets” web of science e Scopus	Disponível em: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed400245h
2014	OCRA - Authentic Mobile Application for Enhancing the Value of Mobile Learning	Talib, Othman; Othman,	“Organic chemistry and tablets e	Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/28

	in OrganicChemistry PROCEEDINGS OF THE 13TH EUROPEAN CONFERENCE ON E-LEARNING (ECEL 2014) Série de livros: Proceedings on the European Conference of e-Learning Páginas: 527-535 Publicado: 2014	Azraai; Shariman, Tengku Putri Norishah Tengku	Organic chemistry and Mobile Learning” web of science e Scielo	8550257_OCRA_-_Authentic_mobile_application_for_enhancing_the_value_of_mobile_learning_in_organic_chemistry
2014	Learning O’Level Chemistri Through Digital Games and Multimedia- ITS Impact on Learners Academi Performance and Engagement EDULEARN14: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES Série de livros: EDULEARN Proceedings Páginas: 7253-7262 Publicado: 2014	Cooshna-Naik, Dorothy; Phillipe, Gino David	“Organic chemistry and tablets” web of science	Somente resumo: https://library.iated.org/view/COOSHNAIK2014LEA
2013	AR-based chemistry learning with mobile molecules Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children p. 547-549	Arlene Ducao, Catherine Milne, Ilias Koen	“Organic chemistry and Tablets” web of science	Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2485862&CFID=942212973&CFTOKEN=86262026
2013	Lecture Rule No. 1: Cell Phones ON, Please! A Low-Cost Personal Response System for Learning and Teaching JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 90 Edição: 3 Páginas: 388-389 Publicado: MAR 2013	Lee, Albert W. M.; Ng, Joseph K. Y.; Wong, Eva Y. W.; et al.	“Organic chemistry and Mobile learning” web of science e Scopus	Disponível em: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed200562f
2013	Using tablet monitors and computers to teach organic chemistry Conferência: 245th National Meeting of the American-Chemical-Society (ACS) Local: New Orleans, LA Data: APR 07-11, 2013	Tucker, Lucas J.	“Organic chemistry and tablets” web of science	Não possui nem o resumo
2012	Designing a mobile application for conceptual understanding: Integrating learning theory with organic chemistry learning needs	Dekhane, S., Tsoi, M.Y.	“Organic chemistry and Mobile learning”	Disponível em: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2440568

	International Journal of Mobile and Blended Learning 4(3), pp. 34-52		Scopus	
2012	Mobile learning in organic chemistry: Discussion of the student's role in the 21st century classroom Conferência: 244th National Fall Meeting of the American-Chemical-Society (ACS) Local: Philadelphia, PA Data: AUG 19-23, 2012	Tsoi, Mai Yin; Coppock, Patrick; Paredes, Julia; et al.	"Organic chemistry and Mobile learning" web of science	Disponível em: http://docslide.net/documents/mobile-learning-in-organic-chemistry-discussion-of-the-students-role-in.html
2012	Development and Assessment of a Molecular Structure and Properties Learning Progression JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 89 Edição: 11 Páginas: 1351-1357 Publicado: NOV 2012	Cooper, Melanie M.; Underwood, Sonia M.; Hilley, Caleb Z.; et al.	"Organic chemistry and tablets" web of science	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed300083a
2012	Decorating with Arrows: Toward the Development of Representational Competence in Organic Chemistry JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 89 Edição: 7 Páginas: 844-849 Publicado: JUL 2012	Grove, Nathaniel P.; Cooper, Melanie M.; Rush, Kelli M.	"Organic chemistry and tablets" web of science e Scopus	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed2003934
2012	Development of an Online, Postclass Question Method and Its Integration with Teaching Strategies JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION Volume: 89 Edição: 4 Páginas: 456-464 Publicado: APR 2012	Flynn, Alison B.	"Organic chemistry and tablets" web of science e Scielo	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed101132q?journalCode=jceda8
2012	Enabling 21st Century Student Success in Undergraduate Organic Chemistry ACS Symposium Series 1108, pp. 185-208	Pursell, D.P., Sloop, J.C., Pennington, R.L., (...), Tsoi, M.Y., Dekhane, S.	Organic chemistry and Apps" Scopus	Somente resumo: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2012-1108.ch012
2011	The Use of Portable Devices to Teach Organic Chemistry at the University, Virtual Reality Conferência: 4th International Conference of Education,	Rius-Alonso, C.; Quezada-Gonzalez, Y.; Torres-Dominguez	"Organic chemistry and tablets" web of science	Disponível em: file:///C:/Users/0449130/Downloads/THE%20USE%20OF%20PORTABLE%20DEVICES%20TO%20TEACH%20OR

	Research and Innovation (ICERI) Local: Madrid, SPAIN Data: NOV 14-16, 2011	, H.		GANIC.pdf
2011	TsoiChem: Mobile application for learning functional groups Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2011, ML 2011 pp. 27-34	Dekhane, S., Tsoi, M.Y.	“Organic chemistry and Mobile learning” web of science	Disponível em : http://wiki.ggc.edu/images/5/53/TsoiChem.pdf
2011	TsoiChem: A mobile application to facilitate student learning in organic chemistry Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2011 5992395, pp. 543-547	Tsoi, M.Y., Dekhane, S.	“Organic chemistry and Mobile learning” web of science	Disponível em: http://ai2-s2-pdfs.s3.amazonaws.com/df41/95526602fde7145f80784e2eb5ac4a0bf4a2.pdf
2011	Enhancing Student Interactions with the Instructor and Content Using Pen-based Technology, YouTube Videos, and Virtual Conferencing BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY EDUCATION Volume: 39 Edição: 1 Páginas: 4-9 Publicado: JAN-FEB 2011	Cox, James R.	“Organic chemistry and tablets” web of science	Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.20443/full
2010	Work in progress - Interdisciplinary collaboration for a meaningful experience in a software development course Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE 5673103, pp. S1D1-S1D2	Dekhane, S., Tsoi, M.Y.	“Organic chemistry and Mobile learning” SciELO	Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/224206945_Work_in_progress_-_Interdisciplinary_collaboration_for_a_meaningful_experience_in_a_software_development_course
2010	Engaging science students with wireless technology and applications by re-visiting the Thayer method of teaching and learning Conferência: International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics Local: Orlando, FL Data: APR 06-09, 2010	Pennington, Richard; Pursell, David; Sloop, Joseph	“Organic chemistry and tablets” web of science	Disponível em: http://iisci.org/journal/CV\$/sci/pdfs/SP479MG.pdf

APÊNDICE B – QUADRO DE RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE APLICATIVO

Ícone	Nome do App	Loja virtual que está disponível	Descrição	Temas da Química	Nível de ensino	Idioma
	Funções orgânicas em química orgânica - O teste	Play Store	É um jogo do tipo teste que aborda os grupos funcionais, Classes dos compostos orgânicos e biomoléculas, sendo que trabalha com a nomenclatura IUPAC dos compostos. Além do jogo estão disponíveis flashcards com estruturas de compostos e seus respectivos nomes. O App pode ser encontrado em nove idiomas, inclusive o português.	Funções orgânicas e Estruturas	Básico	9 idiomas (inglês, alemão, sueco, italiano, espanhol, português, francês, holandês, russo)
	Resumão de química	Play Store	O aplicativo disponibiliza: - Resumos de Química Básica, Físico-química e Química Orgânica - Questões de marcar com gabarito de Química Básica, Físico-química, Química Orgânica e Questões ENEM - Galeria de moléculas orgânicas - Galeria de Vidrarias de laboratório - Simulado de Química Básica, Físico-química e Química Orgânica, para testar seus conhecimentos - Desafio Quis: Jogo de múltipla escolha sobre tabela periódica e Química Orgânica - Balanceamento Químico	Química Básica. Físico-Química e Química Orgânica	Básico	Português
	Nomenclatura Química Orgânica	Play Store	Esse aplicativo é um guia de estudo que permite ao usuário explorar diferentes conteúdos e seus aspectos teóricos, conceituais e visuais (imagens e vídeos) sobre funções orgânicas. Para cada uma das funções orgânicas ele aborda como nomeá-los, exemplos de compostos e propõe problemas para nomear as estruturas.	Nomeação de compostos/ Funções orgânicas	Básico e Superior	Espanhol

	Química Orgânica	Play Store	O aplicativo explora conceitualmente diversos conteúdos da Química Orgânica: alcanos, cicloalcanos, halogenação de alcanos, estereoquímica, reações de substituição, reações de eliminação, alquenos, reações de alquenos, alquinos. O App ainda disponibiliza um fórum entre os usuários, no qual possibilita trocar informações e tirar dúvidas.	Funções Orgânicas/ Reações/Ester eoquímica	Básico e Superior	Espanhol
	Química Orgânica	Play Store	O aplicativo apresenta informações sobre alguns compostos orgânicos como: fórmula molecular, descrição e estrutura.	Compostos Orgânicos	Básico e Superior	Português
	Hidrocarbonetos: Estruturas químicas	App Store (pago) e Play Store	O app é um jogo que aborda conteúdos relacionados ao tema hidrocarbonetos. Trabalha com a nomenclatura trivial e sistemática (IUPAC). Ainda disponibiliza um jogo para nomear estruturas, em que o usuário tem acesso a novos temas a medida que avança na resolução das questões.	Funções orgânicas	Básico	9 idiomas incluindo o Português
	Química ENEM	Play Store	O aplicativo é um guia de estudo que dispõe de resumos para estudo de conteúdos de Química abordados no ensino médio. Um dos tópicos aborda Química orgânica, explorando os temas: nomenclatura, Funções, Isomeria e Reações Orgânicas de forma sintetizada em um pequeno resumo.	Nomenclatura/ Funções/ Isomeria/ Reações Orgânicas	Básico	Português
	Substâncias químicas: Química orgânica, inorgânica	App Store e Play Store	O App é um jogo que trabalha com questões de múltipla escolha e de completar.	Compostos Orgânicos e Inorgânicos/ Nomenclatura	Básico	9 idiomas incluindo o Português
	Química	App Store e Play Store	É um App para consulta de reações químicas, no qual permite descobrir reações químicas e resolver equações químicas com uma ou várias variáveis desconhecidas. O App ainda oferece matérias de consulta como: tabela periódica, tabela de solubilidade, tabela de eletronegatividade dos elementos, tabela de peso molecular das substâncias orgânicas e um esquema de decaimento dos elementos reativos.	Reações	Básico e Superior	Português

	SimulReac	App Store e Play Store	O App é um simulador de reações orgânicas que utiliza-se de tecnologia 3D. Ainda está disponível um conjunto de jogos (memória, relacione e escolha) para exercitar tanto o conteúdo de classificação e nomeação de cadeias, quanto a parte de mecanismos de reações. É possível selecionar para cada um desses tópicos o grupo funcional a qual se pretende trabalhar.	Classificação de Cadeias/ Nomeação/ Reações	Básico	Espanhol
	Ácidos carboxílicos e ésteres	Play Store	O app é um jogo que aborda conteúdos relacionados ao tema ácidos Carboxílicos. Trabalha com a nomeação trivial e sistemática (IUPAC) desses compostos. O jogo inicia com a nomeação de estruturas mais simples e vai avançando a medida que o usuário passa de nível. Ainda está disponível <i>flashcards</i> com informação para consultar antes de iniciar o jogo.	Funções Orgânicas	Básico e Superior	9 idiomas (inglês, alemão, suéco, italiano, espanhol, português, francês, holandês, russo)
	Organic Chemistry Flashcards	App Store e Play Store	É um jogo de teste de múltipla escolha, no qual trás questões de Química Orgânica. Após responder cada pergunta pode ser observada a resposta com uma breve explicação e um link para informações adicionais. O questionário de Química Orgânica inclui questões sobre os seguintes assuntos: -Conceitos Fundamentais -Nomenclatura de Química Orgânica Funcionais -Grupos - Reação de Hidrogenação - Reação de adição - Reação de substituição - Reação de eliminação -Reações de acoplamento Os assuntos podem ser filtrados na guia de opções para que apenas se estude os assuntos necessários.	Química orgânica geral	Básico e Superior	Inglês
	Funciones Químicas Orgánicas	Play Store	É um jogo com questões de múltipla escolha, que trabalha com a diferenciação de funções orgânicas tais como álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, ésteres, aminas, amidas e ácidos carboxílicos, por meio da nomenclatura e	Funções orgânicas	Básico	Espanhol

			estrutura.			
	Organic Reactions	App Store e Play Store	É um aplicativo de consulta a reações (alcanos, alcenos, alcinos, compostos aromáticos, haletos de alquila/haloalcanos, tiol e amina) e suas sínteses.	Reações (síntese, proteção, etc.)	Superior	Inglês
	Estudapp Química	Play Store	O App é um jogo que trás perguntas de vários conteúdos de Química. Está disponível um tópico para Química Orgânica, hidrocarbonetos e isomeria. São 4 modos de jogo: - Sem Erro: Neste não pode errar nenhuma pergunta. - Teste de Rendimento: Neste modo pode errar quantas vezes quiser, e ao decorrer do jogo é possível verificar o seu rendimento. - Contra o Tempo: Neste modo você pode errar perguntas e medir seu rendimento, mas tem um tempo para responder todo o bloco de perguntas. - Contra o Tempo Sem Erro: Além ter tempo, não pode errar nenhuma pergunta.	Química Orgânica geral	Básico	Português
	Book	Play Store	O App é um guia de estudo que traz conteúdos de várias áreas do conhecimento exploradas no ensino médio. No que se refere à Química Orgânica explora alguns conceitos e temas como: as funções básicas, nomenclaturas IUPAC, isomeria e reações orgânicas.	Química Orgânica geral	Básico	Português
	ORGANIC CHEMISTRY FORMULA BOOK	Play Store	É um aplicativo para consulta de reações orgânicas. São separados tópicos por funções, no qual trazem esquemas gerais de utilização desses em reações.	Reações	Superior	Inglês
	Organic chemistry database	Play Store	É uma base de dados, sendo que o usuário escolhe a função orgânica desejada e então possui um banco de dados com estruturas, reações e mecanismos de reações para cada função.	Funções orgânicas (estruturas)/ Reações e mecanismos	Básico e Superior	Inglês
	Organic Chemistry Visualized	Play Store	É um guia de estudos com textos, imagens e vídeos de animação no qual trás descrição sobre alguns compostos e reações. O foco principal são as numerosas animações	Compostos/ Reações	Básico e Superior	Inglês

			3D das moléculas e reações.			
	Organic Chemistry Nomenclature	Play Store	É um jogo de <i>quiz</i> sobre nomenclatura de compostos, ao jogar é possível combinar mais de uma categoria de funções.	Nomenclatura	Básico	Inglês
	Moléculas 3D con JSMol	Play Store	É um visualizador de moléculas em 3D. no qual é possível observar a estrutura de moléculas polares e não polares; estruturas de cristal de redes iônicas, covalentes e metálicas; polímeros e compostos orgânicos - organizados pelas funções em uma galeria-. O App possibilita trabalhar com geometria de acordo com o modelo de VSEPR. Ainda estão disponíveis alguns testes de reconhecimento de estruturas para nomeá-las.	Estruturas/ Compostos orgânicos	Básico e Superior	Espanhol
	3D VSEPR	Play Store	O App é um visualizador 3D que ajuda a visualizar as formas dos modelos VSEPR e assim interpretar macroscopicamente a geometria de moléculas. Ele trás 14 exemplos de geometrias diferentes.	Estrutura	Básico e Superior	Inglês
	Organic Chemistry Today	Play Store	O App é um guia de estudo que aborda aplicações da Química Orgânica dentro da temática medicamentos, definição de medicamentos e drogas; classificação das drogas com base no comportamento fisiológico e patológico, dando assim origem as tópicos abordados no App: analgésicos; antiácidos; antimicrobianos; antivirais e anti-sépticos.	Medicamentos	Básico e Superior	Inglês
	Organics Name Reactions	Play Store	É uma base de dados para consulta a reações.	Reações	Superior	Inglês
	Organic Chemistry - Class 12	Play Store	É um jogo com questões de múltipla escolha, para exercitar os conteúdos de estrutura, propriedades, composição, reações de compostos orgânicos.	Estrutura de compostos/ Propriedades / reações	Básico e Superior	Inglês
	Organic Chemistry Quiz	Play Store	É um jogo do tipo <i>quiz</i> que aborda vários temas da Química Orgânica.	Química orgânica geral	Superior	Inglês

	Reações orgânicas	Play Store	É um guia de consulta, que contém uma descrição de reações orgânicas. O aplicativo reproduzir o texto em voz alta, sendo acessível para pessoas com deficiência visual.	Reações	Básico e Superior	Português, Inglês, Espanhol, Francês, Indonésia, Italiano, Português, Chinês, Japonês, Árabe,
	Organic Chemistry Info	Play Store	<p>É um guia de estudo que revisa alguns conceitos de Química Orgânica, onde disponibiliza textos e imagens. Os conteúdos disponíveis são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução à Química Orgânica • Estruturas e Ligações • Ácidos e Bases • Mecanismos de Reação • Oxidação e redução • Estruturas orgânicas • Alcenos • Alcinos • Alcanos • Aldeídos e cetonas • Aminoácidos e Proteínas • Lipídios • Carboidratos 	Química Orgânica geral	Básico	Inglês
	QuimTest	App store e Play store	<p>O App é um jogo que apresenta uma abordagem de conteúdos divididos em três tópicos: conceitos; fórmulas, reações e equações químicas e estrutura de moléculas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceitos: relaciona fenômenos e materiais do nosso cotidiano explorando o fundamento químico envolvido. • Reações, Fórmulas e Equações Químicas: ácidos, bases, sais, óxidos e outros compostos abordados em algumas reações químicas ou identificação. • Moléculas: moléculas orgânicas em 3D para identificação de funções orgânicas e nomenclatura. 	Nomenclatura	Básico	Português

	Moléculas	App Store e Play Store	É um aplicativo que possibilita a manipulação de estruturas químicas, cada uma das moléculas disponíveis no App estão vinculadas ao portal da Química Nova Interativa (QNIInt).	Estruturas de compostos	Básico e Superior	Português
	Reações Orgânicas	Play Store	O App disponibiliza um material para consulta, que reúne informações sobre diversas reações orgânicas, tais como: Nome das Reações; Substrato; Reagente; Produto; Classificação da Reação; Mecanismo; Exemplo. São explorada reações de adição, alquilação, desidratação, halogenação, nitração oxidação, etc.	Reações	Básico	Português
	Chemistry By Design	App Store e Play Store	É uma base de dados com a estrutura química de vários produtos naturais e farmacêuticos. Ao escolher uma das opções – um exemplo de produto - é exibido os reagentes, materiais de partida e produtos para cada etapa de obtenção (síntese) desses.	Estrutura de compostos/ Reações	Superior	Inglês
	Organic Sketchpad	Play Store	É um construtor de estruturas, sendo que na medida em que o usuário vai criando seu composto o nome da estrutura é exibido e atualizado. Possui um suporte para incluir na estrutura os grupos funcionais, sendo que é possível adicionar / remover / mover pontos no composto.	Estrutura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	WebMO	Play Store	O App é um construtor de estruturas permite aos usuários criar e visualizar moléculas em 3D. Após desenhar a estrutura o App organiza a estrutura na sua geometria correta, assim como é possível ver a hibridização de cada átomo, medir o comprimento de ligação, ver os orbitais moleculares de Huckel, densidade eletrônica e potencial eletrostático, elementos de simetria.	Estrutura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	ReactionFlash	App Store e Play Store	O aplicativo é uma base de dados e trás uma lista de reações orgânicas, para cada uma é projetado um conjunto de cartões flash para cada "cartão" tem a opção de mostrar reação, seu mecanismo e exemplos presentes na literatura. Também possui um modo de teste que permite testar seu conhecimento sobre reações.	Reações	Superior	Inglês
	Alcohols Phenols and Ethers	Play Store	É um material de estudo sobre as funções orgânicas Álcool, Fenol e Éter. Disponibiliza conteúdo que aborda definição; classificação; nomeação; propriedades físicas e químicas; uso de álcoois, metanol, etanol, eteres	Funções Orgânica	Básico e Superior	Inglês

			importantes e explica o comportamento ácido do fenol.			
	Aldehydes and Ketones	Play Store	É um material de estudo sobre as funções orgânicas Aldeído e Cetonas. Disponibiliza conteúdo que aborda a definição de compostos carbonila e sua fórmula geral; explica o comportamento polar de C = A ligação dupla; preparação; propriedades; reatividade; compara as propriedades dos aldeídos e cetonas e trás exemplos e discute os compostos de carbonilo no dia a dia (formaldeído e acetona).	Funções Orgânica	Básico e Superior	Inglês
	Hydrocarbons	Play Store	É um material de estudo sobre os hidrocarbonetos. Disponibiliza conteúdo que aborda os principais hidrocarbonetos (Alcanos, Cicloalcanos, alcenos, alcinos) discutindo a estrutura, métodos de preparação, propriedades gerais e usos.	Funções Orgânica	Básico e Superior	Inglês
	Organic Flash Cards	Play Store	É um material de estudo sobre os grupos funcionais. Disponibiliza flashcards com as estruturas dos grupos sendo que ao clicar no cartão ele desvenda o nome da função.	Funções Orgânicas	Básico	Inglês
	Chain Chemistry	App Store e Play Store	É um jogo que aborda princípios de classificação de cadeias. O jogo possui tempo e três opções de resposta, quanto mais rápido responder maior é a pontuação, na qual uma pontuação específica para avançar de nível.	Nomenclatura a /Classificação de cadeias	Básico	Alemão, Inglês
	3D Molecular AR(Acid)	Play Store	É uma aplicação de realidade aumentada que permite visualizar estruturas de compostos orgânicos em 3D. Estão disponíveis 52 marcadores com estruturas referentes as funções orgânicas ácidos carboxílicos, éster, amina, amida.	Estruturas de compostos	Básico	Chinês
	3D Molecular AR(Alcohol)	Play Store	É uma aplicação de realidade aumentada que permite visualizar estruturas de compostos orgânicos em 3D. Estão disponíveis 52 marcadores com estruturas referentes as funções álcool, aldeído, cetona, fenol e éter.	Estruturas de compostos	Básico	Chinês
	3D Molecular AR (Alkane)	Play Store	É uma aplicação de realidade aumentada que permite visualizar estruturas de compostos orgânicos em 3D. Estão disponíveis 52 marcadores com estruturas referentes aos hidrocarbonetos (alcanos, alcenos, alcinos, aromáticos e cicloalcanos)	Estruturas de compostos	Básico	Chinês

	Chirality 2	App Store e Play Store	<p>O App é um jogo no que trabalha com 6 tópicos: Grupos funcionais, classificação de estruturas funcionais, forças intermoleculares, isômeros, carbono quiral e nome de moléculas. Dependendo do tópico a interface do jogo é diferente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para os tópicos grupos funcionais, forças intermoleculares o jogo trabalha com uma interface em que ele disponibiliza opções de respostas e você arrasta as opções até a estrutura no lugar correto. - Para classificação de estruturas funcionais o jogo trabalha com uma interface de achar os pares corretos, no qual possuem cartinhas com o a estrutura e outras com o nome, e então o jogador tem que achar os pares corretos. - Para isômeros e nome de moléculas o jogo trabalha com questões de múltipla escolha, no qual é mostrada as estruturas e disponibilizada opções de respostas. - Para carbono quiral o jogo trabalha com a estrutura no qual deve identificar os carbonos quirais presentes. 	Grupos funcionais/ Forças intermoleculares/ Isômeria/ Nomenclatura de compostos	Básico e Superior	
	Quimica em 1 Minuto - Funções Orgânicas	App Store	<p>Este aplicativo trabalha com o básico sobre grupos funcionais em Química Orgânica. É um jogo de múltipla escolha em um minuto, em que os jogadores são desafiados a identificar os grupos funcionais. Perguntas e respostas irão testar os jogadores em 4 maneiras de descrever um grupo funcional: Classe química (seu nome), fórmula química (R-X), fórmula estrutural.</p>	Funções Orgânicas	Básico e Superior	Inglês
	Learn Organic Chemistry Reaction Cards 1	App Store	<p>Este aplicativo é para aprender as reações orgânicas. No qual é possível configurar um baralho de cartões flash para os tópicos de reação de sua escolha. Você pode configurar os cartões de memória para ocultar qualquer componente de reação (reagente ou produto), que então é revelado após "virar" o cartão. Você pode até mesmo ocultar o nome da reação separadamente para ajudar a aprender a nomear reações.</p>	Reações	Superior	Inglês
	Organic Chemistry Essentials	App Store	<p>É composto por flashcards no qual abordam tópicos, como reagentes orgânicos, reações orgânicas, nomenclatura, espectroscopia NMR, estereoquímica, etc.</p>	Química Orgânica geral	Superior	Inglês

	Organic Chemistry!	App Store	Este aplicativo é um guia de estudo de Química Orgânica para aprender reações orgânicas, para a versão gratuita o aplicativo só apresenta reações para alcenos.	Reações	Superior	Inglês
	Learn Organic Chemistry Nomenclature LITE	App Store	O aplicativo aborda como nomear compostos, fornecendo conteúdo (guia de estudos) e lições (<i>quiz</i>) sobre como nomear os compostos. Cada lição inclui um breve questionário para praticar o que aprendeu e avaliar seu nível de compreensão. São abordadas as funções: Alcanos, Cicloalcanos, Álcoois, Aromatico e Cetonas.	Nomenclatura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	Clear Organic Chemistry Lite	App Store	O aplicativo é um jogo (questões de múltipla escolha) que possui duas seções, nomenclatura de compostos e reações, cada seção possui quatro níveis. Cada pergunta tem seu "conteúdo bônus" o qual trás uma curiosidade sobre o composto ou a reação explicando como é usado na vida real, possibilitando ver exatamente por que você está aprendendo química. A versão gratuita só trás como opção os alcanos e reação de adição.	Nomenclatura de compostos/ Reações	Básico e Superior	Inglês
	Organic Chemistry Test Bank Lite	App Store	O aplicativo é um banco completo com testes de Química Orgânica. As dificuldades do exame variam de fácil a difícil e incluem respostas para cada um.	Química Orgânica geral	Para o professor Básico e Superior	Inglês
	O=Chem	App Store	O aplicativo disponibiliza a fórmula geral de várias funções orgânicas para consulta e exemplos de compostos orgânicos, no qual juntamente vem associado um link da Wikipédia para acesso a mais informações.	Funções orgânicas/ Estrutura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	Name Reaction Master	App Store	O aplicativo <i>Name Reaction Master</i> é uma ferramenta para consulta, no qual ajuda a aprender o nome de reações orgânicas, ele trás uma lista com exemplos de reações; um resumo dos tipos de reações e um teste, no qual aparece a reação e o nome da reação deve ser escolhido dentre as 4 opções apresentadas.	Reações	Educação superior	Inglês
	Chirality	App Store	É um jogo que aborda três tópicos: identificação de grupos funcionais, classificação de estruturas funcionais e forças intermoleculares. Para cada tópico a interface do jogo é diferente sendo: No tópico grupos funcionais e forças intermoleculares é	Funções Orgânicas/ Forças intermoleculares/ Estrutura	Básico	Inglês

			<p>trabalhado com enigmas, no qual é a apresentado um composto é várias opções de grupos funcionais/ tipos de ligações intermoleculares, os quais devem ser deslocados até seus respectivos lugares correspondentes na estrutura sendo que ao terminar a pergunta é apresentado uma curiosidade sobre o composto.</p> <p>Já na no tópico classificação de estruturas é trabalhado com vários catões, sendo que em alguns apresenta uma estrutura e em outros sua classificação correspondente (amina primária, álcool secundário, etc) então o jogados tem que juntar os pares correspondentes, e na medida em que vai acertando as cartas são eliminadas.</p>	de compostos		
	Orange NMR	App Store	O App permite prever espectros de estruturas (RMN) com até 13 carbonos desenhando sua estrutura para ver seu espectro. Esta restrição pode ser removida comprando licenças adicionais.	Espectroscopia (RMN)	Superior	Inglês
	Chemical Detectives	App Store	É um jogo que permite através de pistas disponíveis resolver a estrutura de compostos e nomeá-los. Para cada composto a ser descoberto está disponível para consulta o espectro de massa, de infravermelho, de RMN e microanálises com a porcentagem de cada átomo (C, H, N, O, Cl e Br). Uma vez que você resolveu a estrutura da do seu composto, você precisará inserir o nome da estrutura no aplicativo dentre quatro opções que ele dispõe. Ainda é possível definir o temporizador e o número de problemas e dificuldade.	Espectroscopia (RMN, Infravermelho, Massa)	Superior	Inglês
	Molecule	App Store	É um editor de estrutura química que permiti desenhar e compartilhar a estrutura. Ao desenhar a estrutura é fornecidas informações como, massa molecular, massa e composição elementar.	Estrutura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	Tap OChem Lite	App Store	O App trás para consulta animações e texto dos seguintes temas : Reações de substituição (4 animações), Reações de eliminação (3 animações), Reações de alkeno (3 animações), Reações de alquino (2 animações), Química de epóxido (2 animações), reações de benzeno (2 animações), Química de butadieno (1 animação). A seção de conceitos inclui a teoria de hibridação, análise	Reações	Superior	Inglês

			<p>conformacional de alcanos e uma animação sobre estereoquímica. A seção de moléculas possui 8 animações, compostos acíclicos e cíclicos. Também estão incluídos alguns intermediários (radical terc-butilo e radical alilo).</p> <p>Cada animação possui um texto com descrição e informações detalhando as principais características de cada reação ou conceito.</p>			
	OCHEM	App Store	<p>Trabalha com os grupos funcionais no qual trás a fórmula geral, um composto exemplo e o sufixo IUPA, trabalha com os alcanos e aminoácidos (estrutura, ponto de ebulição, ponto de ebulição e densidade) também está disponível para consulta um dicionário de termos da Química Orgânica (alifático, cíclico, polaridade, heteroátomos, momento dipolo) no qual acompanha uma breve explicação. Além de revisar tópicos da Química Orgânica o App disponibiliza um "jogo para achar os pares" no qual trabalha com a imagem e o nome do composto e esses devem ser relacionados.</p>	Função Orgânica/ Química Orgânica Geral	Básico e Superior	Inglês
	Mirage – Groupes Fonctionnels	App Store	<p>É uma aplicação de realidade aumentada que permite visualizar compostos em 3D. O App traz em seu conteúdo marcadores 2D, que podem ser acessados pelo link: http://mirage.ticedu.fr/?p=2324, que ao aproximar a câmera de dispositivos a esses marcadores podemos visualizar estruturas químicas em RA. Os marcadores 1 a 3: trazem compostos com diferentes propriedades e diferentes grupos funcionais. Já os marcadores 4 a 10: trazem compostos com um grupo funcional destacado.</p>	Estruturas de compostos	Básico e Superior	Ensino básico e superior
	ITC_MTY: Organic Fusion	App Store	<p>O App permiti criar cadeias de alcanos e o após terminar ele nomeia a cadeia segundo as regras da IUPAC.</p>	Estrutura de compostos	Básico e Superior	Inglês
	ITC_MTY: Solvenet	App Store	<p>É um aplicativo que explora dentro da Química Orgânica o tema solventes. Traz temas de aprendizagem sobre solventes industriais - derivados do petróleo e solventes verdes- e um quis para testar os conhecimentos. Sendo que cada tópico trás uma subdivisão, com uma descrição do que são os solventes industriais, os derivados dos</p>	Solventes orgânicos	Básico e Superior	Inglês

			petróleos e os solventes verdes e três exemplos e de cada.			
--	--	--	--	--	--	--

