

Bruno Silva Leite



Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)

brunoleite@ufrpe.br

PESQUISAS SOBRE AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

RESUMO

As tecnologias digitais no ensino de Química (EQ) têm sido incorporadas na busca de promover melhorias nos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, esta pesquisa realizou uma revisão sistemática da literatura em cinco etapas com o objetivo de identificar em periódicos da área de Ensino “Qual tem sido o foco das pesquisas publicadas sobre tecnologias digitais no ensino de Química?”. O período de recorte foi o último decênio (2011-2020) considerando revistas com Qualis A. Os resultados mostram que o foco das pesquisas está mais na utilização das tecnologias no ensino de Química, seguido da elaboração/aplicação de recursos didáticos digitais (RDD). Os dados revelam também que os softwares/aplicativos, o audiovisual e os dispositivos móveis foram os RDD mais utilizados nos artigos, que o conteúdo de química orgânica foi o mais explorado e que o público-alvo em boa parte dos trabalhos eram estudantes do ensino médio. Por fim, esta pesquisa relata o que os pesquisadores da área têm desenvolvido sobre as tecnologias digitais no EQ, possibilitando traçar caminhos que visem a contribuir para o processo de construção do conhecimento químico por meio do uso das tecnologias digitais.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Ensino de Química. Revisão Sistemática de Literatura. Pesquisas sobre tecnologias.

RESEARCH ON DIGITAL TECHNOLOGIES IN CHEMISTRY TEACHING

ABSTRACT

Digital technologies in Chemistry teaching (CT) have been incorporated in the search to promote improvements in the teaching and learning processes. In this sense, this research carried out a systematic review of the literature in five steps in order to identify in periodicals in the Teaching area “What has been the focus of published research on digital technologies in the Chemistry teaching?”. The clipping period was the last decade (2011-2020) considering journals with Qualis A. The results show that the focus of the research is more on the use of technologies in the CT, followed by the elaboration/application of digital didactic resources (DDR). The data also reveals that software/apps, audiovisual and mobile devices were the DDR most used in the articles, that the content of organic chemistry was the most explored and that the target audience in most of the works were high school students. Finally, this research reports what researchers in the field have developed about digital technologies in CT, making it possible to trace paths that aim to contribute to the process of building chemical knowledge through the use of digital technologies.

Keywords: Digital Technologies. Chemistry teaching. Systematic Literature Review. Technology research.

Submetido em: 11/10/2021

Aceito em: 11/10/2021

Publicado em: 30/11/2021



<https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p244-269>



1 INTRODUÇÃO

O uso das tecnologias digitais nos espaços formativos, universidade e/ou escolas, tem sido (e deve continuar sendo) motivo de debates e discussões de distintos cenários de aprendizagem. As tecnologias digitais são consideradas como necessárias para a concretização de metas contemporâneas fundamentais da educação, a saber: ampliação do acesso à educação, inovação pedagógica e melhoria da qualidade da educação (BRASIL, 2014). Analisando o Plano Nacional de Educação 2014-2024 (BRASIL, 2014), observa-se que a palavra “tecnologia” aparece dezessete vezes no contexto de estratégias a serem implementadas para que sejam alcançadas 11 das 20 metas especificadas no documento, ampliando sua importância no contexto educacional. Além disso, se a tecnologia permeia a vida das pessoas, é de se esperar que ela seja estendida e incorporada na Educação.

Por volta do final do século XX e início do século XXI era comum ouvir falar em tecnologias da informação e comunicação (TIC), em que seu conceito era utilizado para expressar a convergência entre a informática e as telecomunicações (LEITE, 2015). As TIC, como eram conhecidas, agrupavam ferramentas informáticas e comunicativas como a televisão, vídeo, rádio e internet. Elas abrangiam também as tecnologias mais antigas como o jornal, a televisão, o mimeógrafo, o retroprojetor, a fita cassete etc. No final da segunda década do século XXI, entende-se que com os avanços tecnológicos o conceito de TIC foi ampliado para o de TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação). A diferença está na ênfase ao uso de tecnologias digitais, que podem ser o computador, *tablet*, *smartphones* e qualquer outro dispositivo digital que permita, por exemplo, o acesso à internet (*Smartwatch*, *smartTV* etc.). Acrescenta-se que o uso do vocábulo Tecnologias Digitais “de” Informação e Comunicação, faz menção ao uso de qualquer tipo de informação, diferente do termo tecnologias digitais “da” informação e comunicação, em que a preposição “de” mais o artigo “a” determina e especifica a informação e comunicação (LEITE, 2020).

As TDIC oportunizaram mudanças impactantes e positivas no contexto educacional. A aproximação entre professor, estudante e tecnologia deve ocorrer, de preferência, durante as práticas pedagógicas, contribuindo para a construção do conhecimento. Assim, conhecer a real capacidade que as tecnologias têm para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem é um passo primordial.

O uso das TDIC na educação ainda traz outras vantagens: os estudantes podem se tornar agentes ativos no processo, cria-se uma nova forma de interação entre professores

e estudantes e as dinâmicas em sala de aula podem ser modificadas. Utilizar as tecnologias digitais nas práticas pedagógicas abre caminho para aproximar os estudantes dos conteúdos propostos em sala de aula. Por meio delas é possível incentivar a construção do conhecimento dos estudantes, o que pode ocorrer de forma multissensorial (LEITE, 2015).

As tecnologias digitais não devem ser utilizadas de maneira arbitrária nos processos de ensino e aprendizagem. Elas têm possibilitado o acesso a uma educação, talvez, diferenciada considerando que sua inserção nas escolas e universidades é um fenômeno em franca expansão. É fundamental que os professores percebam que as TDIC podem promover no estudante múltiplas formas de se relacionar com a realidade e de construir seu conhecimento, além de tornarem as tecnologias aliadas de sua prática pedagógica. Assim, utilizá-las no processo de ensino e aprendizagem se configura como uma estratégia promissora.

Por outro lado, observando-se o ensino de Química, ele ainda tem sido caracterizado pela supervalorização dos conteúdos curriculares e fundamentado no modelo tradicional de ensino (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; SOUZA; LEITE; LEITE, 2015). A importância de se pensar no ensino de Química, priorizando os processos de ensino e aprendizagem de forma problematizadora, contextualizada e centrada nos estudantes, se mostra pertinente, uma vez que será possível engajar os estudantes, promovendo neles uma sensação de pertencimento, além de possibilitar que eles percebam a importância da Química, numa sociedade tecnológica. No ensino de Química é fundamental que se busque desenvolver estratégias que facilitam a aprendizagem dos estudantes, de modo que estes possam construir seu conhecimento (REIS; LEITE, LEÃO, 2017).

No que se refere às pesquisas no ensino de Química, Schnetzler (2002) já descrevia o crescimento do papel das tecnologias no ensino de Química como uma tendência a se intensificar ao longo dos anos. Posteriormente, Soares, Mesquita e Rezende (2017), complementam o que se realizou na área do ensino de Química nos 15 anos após o trabalho de Schnetzler (2002 a 2017), apontando que, dentre as diversas temáticas exploradas, investigações sobre as tecnologias digitais continuam atuais. Recentemente, Leite (2019) realizou uma investigação sobre a importância das TDIC no ensino de Química no Brasil nos últimos 30 anos (1988-2017), evidenciando suas contribuições para a área. Segundo Leite (2019), pesquisas sobre computadores no ensino de Química estavam presentes nos últimos trinta anos, já quando se tratava do uso dos vídeos e dos dispositivos móveis, o autor relata que apenas de 1998 a 2017 (últimos 20 anos) existiam trabalhos envolvendo estas tecnologias sendo abordadas no ensino de Química. Essas pesquisas

(SCHNETZLER, 2002; SOARES et al., 2017; LEITE, 2019) mostram que estudos sobre as TDIC continuam dentre as principais tendências das investigações da área.

Destarte, conhecer como as pesquisas que envolvem as tecnologias digitais no ensino de Química estão sendo desenvolvidas se mostra pertinente. Nesse contexto, este artigo busca responder ao seguinte questionamento: Qual tem sido o foco das pesquisas publicadas sobre tecnologias digitais no ensino de Química?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tecnologias Digitais no Ensino de Química

As tecnologias digitais têm sido incorporadas no ensino da Química na busca de promover melhorias nos processos de ensino e aprendizagem. Elas têm sido recursos para pensar, aprender, conhecer, representar e transmitir para os estudantes e para outras pessoas os conhecimentos adquiridos.

A utilização de estratégias com uso das TDIC no ensino da Química vem provocando, dentre outras, reflexões relativas à forma de se ensinar e de se aprender neste contexto. As discussões sobre o uso das tecnologias no ensino de Química vem ocorrendo por décadas (LEITE, 2019), contudo é preciso compreendê-las não como meros objetos técnicos, mas como recursos didáticos digitais que podem promover mudanças no modo de se construir conhecimento.

Os recursos didáticos digitais (RDD) são “todos os objetos de aprendizagem, produzidos com o uso das tecnologias digitais, que auxiliam no processo de aprendizado do indivíduo” (LEITE, 2015, p. 239). Para Leite (2015), a ideia de RDD surge da observação de que um recurso didático é todo material utilizado como auxílio no processo de ensino e aprendizagem e de que os objetos de aprendizagem são quaisquer recursos que possam ser reutilizados para dar suporte ao aprendizado.

Os RDD podem ser usados em diferentes contextos e em diferentes ambientes no ensino de Química, sendo classificados em três tipos (GALVIS, 2004):

- 1) Transmissivos: que apoiam o envio de mensagens (do emissor para o destinatário). Exemplo de RDD transmissivos são as Bibliotecas digitais, tutoriais para apropriação de conteúdos da Química e sites para distribuição de informação de algum conteúdo da Química;

- 2) Ativos: permitem que o estudante atue sobre o objeto de estudo, e, a partir desta experiência e reflexão, construa seu conhecimento. Exemplos de RDD considerados ativos: simuladores de processos (como o *PhET*), tradutores e corretores de idiomas, buscadores e organizadores, recursos multimídias etc.;
- 3) Interativos: cujo objetivo é que a aprendizagem ocorra a partir de um diálogo construtivo, síncrono ou assíncrono, entre indivíduos que usam meios digitais para comunicar e interatuar. Este tipo de RDD oferece uma maior troca entre os usuários, por meio da participação, de acordo com a metodologia proposta. O mais comuns RDD interativos são os Jogos na rede, Sistemas de mensagem eletrônica (*Whatsapp, telegram*), e-mail, blogs, *wikis* etc.

De acordo com essa classificação, os dois primeiros tipos de RDD adquirem a mesma importância, dependendo do objetivo em um determinado contexto educacional em que são colocados em prática. Segundo Meneses (2009), os recursos didáticos digitais têm evoluído de acordo com as necessidades e interesses da sociedade e podem ser aplicados como estratégias de inovação no processo de ensino e aprendizagem. Se houver uma mediação pedagógica clara, os RDD podem garantir uma aprendizagem significativa nos estudantes de Química. Destarte, os RDD podem ser materiais de ensino, aprendizagem, investigação, gestão pedagógica ou escolar em suporte digital, inclusive, *e-books*, apostilas, guias, aplicativos, *softwares*, plataformas, jogos eletrônicos e conteúdos digitais.

A utilização dos RDD no ensino de Química requer a compreensão sobre criação e uso das tecnologias, além de propostas pedagógicas que contemplem tais recursos. Para Leite (2015), os RDD fazem com que o estudante desenvolva sua criatividade se tornando ativamente participante de construções cognitivas, uma vez que os RDD podem estimular a criatividade através de mecanismos audiovisuais. Ademais, os RDD visam melhorar a aprendizagem das diversas disciplinas da educação básica e superior. Com a utilização dos RDD, o professor é capaz de aprimorar aquilo que ensina, já que tais recursos são capazes de ilustrar o que, talvez, não fosse possível de ser feito no quadro físico.

Na percepção de Leite (2019), a utilização de RDD se torna um papel importante no processo de ensino e aprendizagem da Química, pois possibilitam a passagem de diversas formas de linguagem (texto, imagens, sons etc.), facilitando uma construção do conhecimento por parte do estudante, entretanto, respeitando-se a individualidade cognitiva de cada indivíduo. Uma característica dos RDD está na sua reutilização, ou seja, pode ser reutilizado em uma situação diferente, por docentes diferentes, estudantes diferentes etc.

é preciso conceber que os RDD influenciam decisivamente no modo que se constrói conhecimento.

Os RDD podem contribuir com o desenvolvimento da cultura digital, conforme disposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente na quinta competência geral. Os RDD devem propiciar ao estudante uma efetiva apropriação de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, conforme estabelecido pela BNCC. Segundo a BNCC (BRASIL, 2018), os RDD estão relacionados com a cultura digital, envolvendo aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e ativa por meio das tecnologias digitais. Seu uso no processo de ensino e aprendizagem por meio das metodologias ativas pode contribuir para uma aprendizagem tecnológica ativa (LEITE, 2018). Ademais, a interação entre os indivíduos por meio do uso das TDIC tem sido intensificada pela cultura digital.

Um dos RDD mais utilizados nas diversas áreas do conhecimento é o *software*. O *software* é um conjunto alterável de instruções, ordenadas e lógicas, fornecidas ao *hardware* para a execução de procedimentos necessários à solução dos problemas e tarefas do processamento de dados. Do ponto de vista conceitual, *softwares* “são programas que fazem a mediação de comunicação entre um sistema informático e seus usuários. É a parte lógica do computador” (LEITE, 2015, p. 175). Quando os *softwares* são utilizados por meio de uma metodologia que os contextualizem nos processos de ensino e aprendizagem, eles podem ser considerados como programas educacionais. Nesse sentido, o *software* educacional “é aquele que pode ser usado para algum objetivo educacional qualquer que seja a natureza ou a finalidade para a qual tenha sido criado” (LEITE, 2015, p. 176).

2.2 Formação de professores no uso das TDIC

Segundo Pretto e Passos (2017), a incorporação das tecnologias na formação de professores foi influenciada por diversos campos, dentre eles as políticas públicas. No campo da formação de professores e o uso das TDIC, a UNESCO tem publicado diversos documentos com o objetivo de estabelecer ações nesse campo. Por exemplo, ao tratarem dos “Padrões de competência em TIC para professores”, em sua versão 1.0, o objetivo do projeto da UNESCO é trazer “discussões e fomentar debates sobre a capacitação dos professores para o uso de novas tecnologias em sala de aula” (UNESCO, 2008, s/p). O documento visa apresentar mecanismos para enfatizar os programas de treinamento que atendem “os padrões UNESCO” sobre as competências tecnológicas para os professores.

Para a UNESCO (2008, p. 5), é preciso “oferecer um conjunto básico de qualificações, que permita aos professores integrarem as TIC ao ensino e a aprendizagem, para o desenvolvimento do aprendizado do aluno”.

Em relação as três metas para a capacitação dos professores (ferramentas básicas, ferramentas complexas e ferramentas abrangentes) presentes no documento, Pretto e Passos (2017) destacam que o entendimento tecnológico no documento da UNESCO sobre as tecnologias é que elas são “instrumentos que os professores precisam aprender a manipular para o exercício da sua profissão” (PRETTO; PASSOS, 2017, p. 22), comparando a uma visão tecnicista.

Em documento mais recente, saindo da concepção tecnicista, a UNESCO (2018) apresenta atualizações sobre as competências digitais dos professores. São 18 competências que destacam o papel que a tecnologia pode desempenhar em seis grandes áreas de enfoque educacional (Compreendendo as TDIC na Educação; Currículo e Avaliação; Pedagogia; Aplicação de habilidades digitais; Organização e Administração; Aprendizagem Profissional de Professores), em três níveis de aquisição de conhecimento (Aquisição de conhecimento; Aprofundamento do conhecimento; Criação de conhecimento). Cada nível está alinhado com a forma como os professores geralmente adotam a tecnologia.

A tecnologia digital possibilita a flexibilização de escolhas e ritmos de aprendizagem ajudando o professor a atender necessidades individuais dos estudantes. É importante incorporar as competências digitais na formação dos professores, uma vez que no exercício da docência o desenvolvimento dessas competências possibilitam a inserção de uma nova prática pedagógica. Ademais, as competências digitais também são discutidas nos documentos oficiais, como a BNCC, em que as tecnologias aparecem de modo transversal em todas as áreas do conhecimento e na Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-formação), que aponta para a importância do professor compreender, utilizar e criar TDIC de forma “crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação” (BRASIL, 2019, p. 17), além de ter habilidades direcionadas ao “uso de tecnologias apropriadas nas práticas de ensino” (BRASIL, 2019, p. 20). Formar professores que façam uso e possam desenvolver as competências e habilidades da BNCC e BNC-formação, mostra-se pertinente e adequado.

Na visão de Leite (2015, p. 31), os “professores não são formados para o uso pedagógico das tecnologias”, assim destaca a necessidade de formação (inicial e contínua) adequada para que eles possam fazer o melhor uso pedagógico das tecnologias digitais.

Todavia, a realização de capacitações no uso das TDIC não garantem que ocorrerá uma melhoria nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que não é apenas a instrumentalização que promoverá esta melhoria, mas também é preciso uma mudança de postura na prática docente, nas condições de trabalho, nas propostas pedagógicas do ambiente educacional etc.

2.3 Revisão Sistemática de Literatura

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é um tipo de investigação científica que tem por finalidade reunir, avaliar criticamente e conduzir uma síntese dos resultados de múltiplos estudos primários (COOK; MULROW; HAYNES, 1997), caracterizando-se por ser objetiva, sistemática, transparente e replicável. Ademais, a RSL se refere a uma revisão de literatura associada a uma pergunta de pesquisa que foi claramente formulada, além de fazer uso de métodos explícitos sistemáticos para identificar e analisar criticamente pesquisas de estudos publicados anteriormente relacionados com a pergunta de pesquisa. Para Kitchenham (2004, p. 1), a RSL é “um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, ou área temática ou fenômeno de interesse”. Para Donato e Donato (2019, p. 235), a revisão sistemática “permite uma avaliação rigorosa, imparcial e abrangente da literatura”.

Devido a sua natureza, a RSL se configura como uma pesquisa por si só, além de poder abordar questões mais amplas do que os estudos empíricos individuais podem realizar. Segundo Reis, Leite e Leão (2017, p. 3), a RSL é um tipo de estudo secundário que “utiliza a literatura sobre determinado tema como fonte primária de dados, a fim de obter um resumo de evidências, mediante a sistematização e aplicação de métodos explícitos de busca, apreciação crítica e síntese de informação selecionada”. Ela visa avaliar criticamente e integrar as descobertas de diferentes estudos individuais, relevantes e de alta qualidade, a partir de uma ou mais questões de pesquisa (pergunta de pesquisa).

Uma RSL, dentre diversas possibilidades, permite estabelecer até que ponto a pesquisa existente progrediu no sentido de esclarecer um problema específico. Ela identifica relações, contradições, lacunas e inconsistências na literatura e explora suas razões. Nesse sentido, ao identificar tais características é possível na RSL propor uma nova conceituação ou teoria que explique os fatos observados. A revisão sistemática permite formular declarações gerais ou uma conceituação abrangente sobre a temática investigada, além de comentar, avaliar, estender ou desenvolver uma teoria/metodologia. O Quadro 1 apresenta uma taxonomia de revisões de literatura destinadas a capturar seis distinções

usadas pelos autores para descreverem suas próprias revisões de literatura (COOPER, 2003).

Quadro 1: Taxonomia de revisões de literatura.

Característica	Categoria
Foco	<ul style="list-style-type: none">➤ Resultados da pesquisa➤ Métodos de pesquisa➤ Teorias➤ Práticas ou aplicações
Objetivo	<ul style="list-style-type: none">➤ Integração (Generalização; Resolução de conflitos; Construção de ponte linguística)➤ Crítica➤ Identificação de questões centrais
Perspectiva	<ul style="list-style-type: none">➤ Representação neutra➤ Adoção de um ponto de vista
Cobertura	<ul style="list-style-type: none">➤ Exaustiva➤ Exaustiva com citação seletiva➤ Representativa➤ Central ou fundamental
Organização	<ul style="list-style-type: none">➤ Histórico➤ Conceptual➤ Metodológico
Público	<ul style="list-style-type: none">➤ Estudiosos especializados➤ Estudiosos gerais➤ Praticantes ou formuladores de políticas➤ Público geral

Fonte: Cooper (2003), tradução nossa.

A primeira distinção diz respeito ao foco da revisão, ou seja, o material de interesse central do revisor. A segunda característica de uma revisão de literatura são seus objetivos. Os objetivos dizem respeito ao que o autor espera que a revisão alcance. A terceira característica que distingue as revisões é a perspectiva que diz respeito ao fato do revisor ter um ponto de vista inicial que possa influenciar a discussão da literatura. A quarta distinção (cobertura) envolve a extensão em que os revisores encontram e incluem trabalhos relevantes em seu artigo. Conforme observado no Quadro 1 é possível distinguir pelo menos quatro tipos de cobertura. A quinta característica das revisões de literatura trata sobre como o artigo é organizado. Segundo Cooper (2003), as revisões podem ser organizadas historicamente, conceitualmente ou metodologicamente. Por fim, a sexta distinção das revisões de literatura trata sobre o público alvo, na qual as avaliações podem variar. É preciso deixar claro que “independentemente do público, é importante que os revisores declarem explicitamente quais são os focos, objetivos, perspectiva, cobertura, organização e públicos de seu trabalho” (COOPER, 2003, p. 5).

As revisões sistemáticas podem ser realizadas prospectiva e compreensivamente, a partir de algoritmos claros que especificam os procedimentos que orientam a pesquisa. Algumas ações são observadas em uma revisão sistemática de literatura:

- ✓ Pergunta de revisão: as perguntas orientam a RSL e devem ser respondidas e pesquisáveis. Pode-se formular uma ou mais perguntas e elas devem incluir as seguintes variáveis: população de interesse (P), intervenção (I), intervenções comparativas (C) e os resultados de interesse (O), essas variáveis são conhecidas como “PICO” (COCHRANE COLLABORATION, 2005);
- ✓ Critérios de inclusão e exclusão: os critérios específicos de inclusão e exclusão utilizados dependem do tema da RSL, bem como de questões teóricas, empíricas e metodológicas específicas. É preciso justificar a escolha dos critérios com base na teoria e nas evidências possibilitando que os leitores da revisão possam interpretar os resultados e conclusões dentro do contexto da escolha. Os critérios de inclusão e exclusão são escolhidos para garantir que estudos mais relevantes e de alta qualidade sejam incluídos;
- ✓ Pesquisas na literatura: envolve a formulação de uma estratégia de pesquisa, que contém critérios de inclusão e exclusão, palavras-chave, fontes de evidências, a documentação da pesquisa e seleção dos relatórios de pesquisa a serem incluídos (HAM-BALOYI; JORDAN, 2016). Recomenda-se que se use termos de pesquisa de pelo menos duas bases de dados (plataformas, sites, repositórios etc.) diferentes e relevantes;
- ✓ Avaliação crítica: consiste na avaliação aprofundada dos estudos selecionados para que as pesquisas relatadas que não atendam aos critérios de inclusão, incluindo a força das evidências, possam ser excluídas da amostra final;
- ✓ Extração de dados: refere-se ao procedimento em que o pesquisador obtém as informações necessárias sobre os resultados dos estudos incluídos (HAM-BALOYI; JORDAN, 2016). Nesse sentido, os achados relevantes da pesquisa são incorporados para formar o corpo de evidências sobre a pergunta de pesquisa, desde que atendam aos critérios de seleção;
- ✓ Síntese de dados: consiste no processo de revisão quando os estudos que atendem aos critérios de inclusão são resumidos para formar o resultado da revisão sistemática (KITCHENHAM, 2004). A síntese dos dados se relaciona com a coleta, combinação e resumo dos resultados dos estudos individuais incluídos na revisão sistemática (DONATO; DONATO, 2019);

- ✓ Escrita da revisão: consiste em relatar os resultados documentando claramente os passos seguidos, trazendo “uma valiosa contribuição acadêmica” (OKOLI, 2015, p. 901). Todavia o ato de escrever é um passo implícito em qualquer publicação.

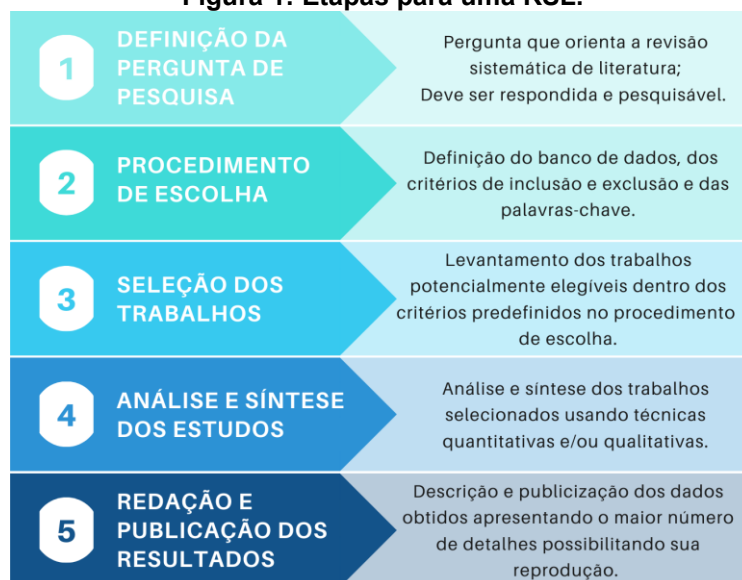
Essas ações delineadas demonstram a amplitude e complexidade de se realizar uma revisão sistemática de literatura, que tem sido acionada em diversas pesquisas de âmbito nacional e internacional. É preciso pontuar que ao realizar uma RSL, os autores se tornam conhecedores do tema analisado e, embora consuma muito tempo, podem “desenvolver um conjunto de competências incluindo a de pesquisa da literatura e de redação científica” (DONATO; DONATO, 2019, p. 235). Por fim, nessa concisa apresentação das características da revisão sistemática, compreende-se que esta metodologia apresenta nuances que necessitam de aprofundamentos, que podem ser obtidos em trabalhos que tratam exclusivamente da RSL.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa possui natureza exploratória e descritiva, pois tem como procedimentos técnicos na coleta de dados um processo de busca sistemática, além de se caracterizar como uma investigação bibliográfica. Para alcançar o objetivo da pesquisa uma revisão sistemática de literatura foi adotada como procedimento metodológico com o intuito de investigar as produções científicas relacionadas com as tecnologias digitais no ensino de Química, bem como para conhecer as discussões que permeiam estas produções.

Como não há consenso no que diz respeito ao número de etapas da RSL, nesta pesquisa, delimitou-se que os momentos adotados na revisão sistemática ocorressem em cinco etapas (Figura 1), a saber: (i) definição da pergunta de pesquisa; (ii) procedimento de escolha do banco de dados, dos critérios de inclusão e exclusão, das palavras-chave; (iii) seleção dos trabalhos; (iv) análise e síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática de literatura; (v) redação e publicação dos resultados (KITCHENHAM, 2004; SAMPAIO; MANCINI, 2007; REIS; LEITE, LEÃO, 2017; TINÓS et al., 2018; DONATO; DONATO, 2019).

Figura 1: Etapas para uma RSL.



Fonte: Própria.

Na primeira etapa da RSL, a pergunta de pesquisa definida foi: Qual tem sido o foco das pesquisas publicadas sobre tecnologias digitais no ensino de Química? Acredita-se que as respostas a esse questionamento podem ser desdobradas em outros questionamentos, tais como: Qual(is) recurso(s) didático(s) digital(is) foi(ram) utilizado(s)? Quais conteúdos da Química foram explorados? Qual o público-alvo dos trabalhos envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química?

Na segunda etapa da RSL (procedimento de escolha), definiu-se como banco de dados revistas com Qualis A (A1 e A2) na área de Ensino do quadriênio 2013-2016 identificados na plataforma Sucupira. Os critérios de inclusão para a escolha das produções foram: artigos envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química; artigos publicados no período de 2011 a 2020; artigos em língua portuguesa; artigos sem restrições de acesso. Na sequência, definiu-se os seguintes critérios de exclusão: documento repetido; artigos que abordem tecnologias, mas não envolvam discussões sobre o ensino de Química; sem texto completo ou pago; artigos oriundos de eventos e/ou congressos; Revista de origem estrangeira (não brasileira). A definição das palavras-chave teve como orientação termos relacionados com o tema, tais como: TDIC, tecnologia digital, recurso didático digital, além de suas variações no plural. Buscou-se também o cruzamento dessas palavras-chave com os termos ensino/educação, pesquisa, Química e ensino de Química. Entretanto, quando os resultados da busca ultrapassavam o número de 100 artigos por palavras-chave ou junção destas, realizou-se o refinamento da busca, adotando-se as palavras-chave: Tecnologia; Química; Tecnologia (e/and) Química. Destaca-se que apenas trabalhos

envolvendo o ensino de Química com as tecnologias digitais foram contabilizados (analisados) na pesquisa.

Em relação a terceira etapa (seleção dos trabalhos), realizou-se o levantamento das publicações nos sites das revistas com Qualis A, através dos mecanismos de busca destes, selecionando referências potencialmente elegíveis dentro dos critérios predefinidos. Conforme explicitado por Donato e Donato (2019), apenas uma pequena proporção destas referências será incluída na revisão.

A quarta etapa (análise e síntese dos estudos) consiste na leitura dos artigos selecionados a partir dos critérios de inclusão e exclusão e que envolvem a temática tecnologias digitais e ensino de Química. Para buscar as evidências foi necessário realizar a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e corpo do texto, possibilitando verificar se os artigos se encaixavam em alguns dos critérios estabelecidos. Os dados analisados têm de ser resumidos para tirar conclusões válidas e lógicas (DONATO; DONATO, 2019). Em seguida, foi realizada a síntese dos estudos, em que consistiu na combinação dos dados extraídos dos artigos, realizando-se uma abordagem quanti-qualitativa. Segundo Creswell (2010), a abordagem quantitativa se justifica como uma pesquisa de levantamento proporcionando uma descrição quantitativa de tendências. Na visão de Martins e Theóphilo (2007), a abordagem qualitativa envolve descrições, compreensões e análises de informações, isto é, não se expressa por números, além de ser interpretativa, que para Creswell (2010, p. 209) “os pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam”. Na análise e síntese dos dados serão extraídos trechos de alguns artigos que responderam às perguntas de pesquisa desta revisão sistemática. A apreciação das informações originárias da análise e síntese teve como suporte a análise de conteúdo (BARDIN, 2016). Ademais, o processo de construção das categorias emergiram a *posteriori*.

Por fim, na quinta etapa (redação e publicação dos resultados) se buscou descrever o maior número de detalhes dos dados obtidos e que sejam suficientes para que outros pesquisadores possam, independentemente, reproduzir todo o procedimento da pesquisa. Destarte, “outros pesquisadores que desejem replicar os resultados da revisão devem ser capazes de seguir os passos descritos e chegar aos mesmos resultados” (OKOLI, 2015, p. 902). Ademais, a escrita deve ser clara e precisa nesta etapa e deve ter todos os processos pormenorizadamente detalhados (DONATO; DONATO, 2019).

Na próxima seção os resultados obtidos na RSL são expostos e discutidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que sem os critérios de inclusão e exclusão, o número de periódicos na área de Ensino (Quadriênio 2013-2016) disponíveis na plataforma Sucupira é de 123 para revista com classificação A1 e 156 para revistas com Qualis A2, totalizando 279 periódicos (sem duplicidade), a inserção dos critérios contribuiu para uma análise mais específica sobre a temática. Durante a seleção dos trabalhos, 89 periódicos atendiam aos critérios e foram consultados, contudo apenas 14 apresentavam artigos dentro do tema da pesquisa (tecnologias digitais no ensino de Química), sendo uma revista com Qualis A1 e treze de Qualis A2.

Em relação à análise de cada volume/edição dos periódicos no último decênio, observa-se que das 14 revistas que atendiam aos critérios, após o refinamento durante a leitura dos resumos e texto completo, apenas 27 artigos envolviam o uso das tecnologias digitais no ensino de Química. Os demais artigos consultados (um total de 1370, sendo 329 A1 e 1041 A2) envolviam a Química e/ou tecnologias, porém não tratavam da utilização das tecnologias no ensino e sim de temáticas da área, tais como: ciência, tecnologia e sociedade; experimentação; processos de ensino e aprendizagem; história da Química etc.. Ressalta-se que as 89 revistas que atendiam aos critérios continham 1397 artigos envolvendo Química e/ou tecnologias, porém apenas 27 artigos tratavam especificamente do tema da pesquisa. A Tabela 1 descreve as catorze revistas e o número de artigos publicados envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química.

Tabela 1: Relação das revistas com publicações sobre tecnologias no ensino de Química.

Revistas	Nº de artigos	(%)
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	1	3,7
Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	2	7,4
Atos de Pesquisa em Educação	1	3,7
Dynamis	1	3,7
Ensino, Saúde e Ambiente	2	7,4
Investigações em Ensino de Ciências	4	14,8
Nuances: estudos sobre Educação	1	3,7
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	9	33,3
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1	3,7
Revista Cocar	1	3,7
Revista de Educação, Ciências e Matemática	1	3,7
Revista Educação e Cultura Contemporânea	1	3,7
Revista Exitus	1	3,7
Revista Educação Especial	1	3,7
TOTAL	27	100

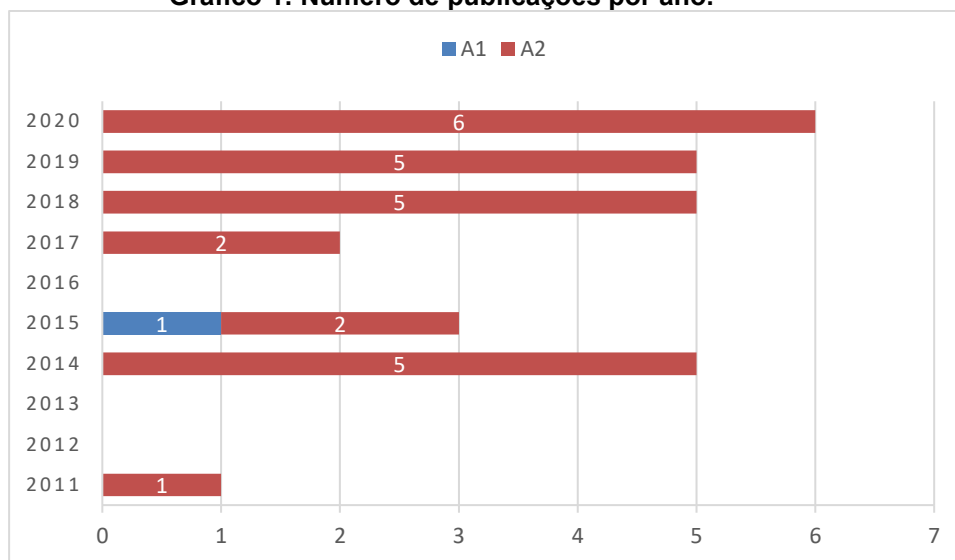
Fonte: Própria.

Conforme observado na Tabela 1 a Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT) foi a que apresentou maior número de artigos envolvendo o ensino de Química e as tecnologias digitais (33,3%), seguido da Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) com 14,8% do total de publicações na temática. Em trabalho publicado recentemente, Atanazio e Leite (2018), realizaram uma revisão de literatura integrativa no período de 2007 a 2017 em catorze revistas nacionais da área de Ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química e Ciências) avaliadas no quadriênio 2013-2016 pela CAPES nos estratos Qualis A1 e A2 em Ensino. Diferente de nossa pesquisa, os autores optaram intencionalmente pela escolha das catorze revistas (no nosso caso, as revistas emergiram da análise às cegas).

Das catorze revistas analisadas por Atanazio e Leite (2018), oito também foram analisadas nesta pesquisa, a saber: Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas; Ciência & Educação; Dynamis; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Revista de Educação, Ciências e Matemática. Todavia, é importante sinalizar que na pesquisa de Atanazio e Leite (2018), a busca envolvia trabalhos sobre as TDIC e prática docente na área de Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química e Ciências). Embora a busca tenha sido mais ampla na pesquisa de Atanazio e Leite (2018), considera-se que o número de artigos foi baixo, apenas 34 que contemplavam a temática, em contrapartida nesta pesquisa foram encontrados 27 artigos tratando das tecnologias digitais no ensino de Química, isto é, em apenas uma das quatro áreas das Ciências da Natureza pesquisadas por Atanazio e Leite (2018). Tais dados, evidenciam a precisão da revisão sistemática de literatura realizada nesta pesquisa.

Em relação aos anos das publicações, os dados mostram maior número de publicações no ano de 2019 com 6 artigos, seguido dos anos de 2014, 2018 e 2020 com 5 artigos publicados em cada ano. Ademais, nos anos de 2012, 2013 e 2016 não foram encontradas publicações envolvendo o uso das tecnologias digitais no ensino de Química, conforme pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Número de publicações por ano.



Fonte: Própria.

Os dados também revelam que desde 2015 não ocorreram publicações em revistas com Qualis A1 sobre a temática investigada. Diante do atual cenário tecnológico, que a sociedade está imersa, é preciso mais publicações que reflitam sobre o uso das tecnologias no ensino de Química, principalmente em revistas que são consideradas de alto impacto, bem como em outras áreas do conhecimento (ATANAZIO; LEITE, 2018; LEITE, 2019). Todavia, observa-se nos dados da pesquisa que nos últimos três anos o número de artigos cresceu em relação aos anos anteriores do último decênio.

Durante a análise dos textos (quarta etapa da pesquisa), observa-se que dos 27 artigos, o foco maior dos trabalhos era na utilização das tecnologias no ensino de Química (11 artigos), seguido de trabalhos envolvendo a elaboração, aplicação e/ou avaliação de RDD (7 artigos). Como terceiro foco mais presente nos artigos, observa-se discussões sobre a formação de professores no uso das tecnologias (5 artigos). A Tabela 2 apresenta as seis categorias que emergiram a *posteriori* e que aqui foram denominadas como o foco das pesquisas e o respectivo número de artigos.

Tabela 2: Foco das pesquisas nos artigos analisados.

Foco da pesquisa (Categorias)	Nº de artigos	(%)
Formação de professores no uso das tecnologias	5	18,5
Elaboração, aplicação e/ou avaliação de RDD	7	25,9
Utilização das tecnologias no ensino de Química	11	40,7
Perfil tecnológico	1	3,7
Redes Sociais	2	7,4
Revisão de literatura	1	3,7
TOTAL	27	100

Fonte: Própria.

No que diz respeito a pergunta de pesquisa (Qual tem sido o foco das pesquisas publicadas sobre tecnologias digitais no ensino de Química?), os dados revelam que os trabalhos envolvendo a utilização das tecnologias no ensino de Química apresentam maior percentual de publicações. A título de ilustração, Leite e Leão (2015) analisaram algumas ferramentas da Web 2.0 e como estas contribuem para uma aprendizagem ampla e flexível por parte dos estudantes do ensino médio. Além de fundamentarem a pesquisa envolvendo a teoria da flexibilidade cognitiva e a teoria dos construtos pessoais, são descritos o uso de três RDD (webpágina, rede social e blog) para o ensino de ligação química. A pesquisa evidencia uma das possibilidades de uso das tecnologias digitais no ensino de Química. Já o trabalho de Siqueira, Santin Filho e Cirino (2018) utilizaram um *software* para o ensino de equilíbrio químico enfatizando a construção dos conceitos durante uma reação química. Os autores concluem que é possível a utilização de *softwares* educacionais no ensino de Química e que o *software* utilizado se mostrou eficaz durante a abordagem do tema proposto (SIQUEIRA; SANTIN FILHO; CIRINO, 2018).

É preciso destacar que neste foco (utilização das tecnologias no ensino de Química), as propostas mostravam atributos do primeiro e, em alguns casos, do segundo nível de conhecimento proposto pela UNESCO (2018). No primeiro nível se observa a utilização da tecnologia digital para complementar o que os professores já fazem em sala de aula. Já no segundo nível, alguns trabalhos apresentavam situações em que as tecnologias eram utilizadas para “mudar” a forma como se ensina e como os estudantes aprendem.

No foco “elaboração, aplicação e/ou avaliação de RDD”, os artigos destacavam o processo de elaboração de RDD, sua aplicação (e em alguns casos sua avaliação) no processo de ensino e aprendizagem da Química. Por exemplo, Rocha e colaboradores (2019) desenvolveram um aplicativo denominado Q-LIBRAS no intuito de contribuir para a aprendizagem de conteúdos químicos por parte de alunos surdos. Os autores apontam para uma “grande carência de softwares e aplicativos de Química para alunos surdos” (ROCHA et al., 2019, p. 4), o que justificou a elaboração do aplicativo. De fato, há um número limitado de aplicativos para o ensino de Química por meio da língua brasileira de sinais (LIBRAS). Por outro lado, a elaboração de vídeos no ensino de Química é relatado na pesquisa de Francisco Júnior e Benigno (2018). O artigo descreve a elaboração de vídeos de experimentos por estudantes, analisando as questões técnico-estéticos destas produções e como estas podem se inter-relacionar com o processo educativo. Os resultados mostram que a elaboração dos vídeos proporcionaram aos estudantes maior envolvimento com o conhecimento químico, ocasionado pelas características de ludicidade e criatividade observadas.

É preciso destacar que dos trabalhos analisados (nesse foco) poucos discutem sobre quais estratégias foram utilizadas na elaboração e aplicação dos RDD. Assim, concorda-se com Reis, Leite e Leão (2017) sobre a importância das pesquisas enfatizarem em suas discussões quais estratégias foram empregadas no uso das tecnologias digitais no ensino de Química, de modo que não seja apenas o uso pelo uso, mas que seja uma utilização consciente e fundamentada em teorias de aprendizagem e metodologias de ensino. Ademais, Reis, Leite e Leão (2019) constataram que poucas disciplinas nos cursos de licenciatura em Química no Brasil incorporam as TDIC com o objetivo do estudante elaborar e/ou utilizar algum recurso didático digital. Esses dados evidenciam a necessidade de atualizações no currículo dos cursos de licenciatura, assim como uma aproximação com a quinta competência geral da BNCC (Cultura digital), permitindo que os estudantes possam compreender, utilizar e criar TDIC de forma “crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (BRASIL, 2018, p. 9). Para que se alcance esta competência, é preciso que o professor seja capacitado no uso das TDIC e que as tecnologias se tornem parte de sua prática pedagógica, conforme aponta o documento sobre as competências digitais dos professores da UNESCO (2018) e a quinta competência geral da BNCC-formação (Competências Gerais Docentes).

Esperava-se que o número de trabalhos envolvendo a “Formação de professores no uso das tecnologias” fosse maior antes desta revisão sistemática de literatura, contudo este foco apresentou apenas cinco artigos (18,5%), sendo o terceiro foco mais investigado nas pesquisas no último decênio. Entende-se que este número é muito pequeno dada a importância das discussões envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química. Em trabalho recente Reis, Leite e Leão (2019) apontam que o número de cursos de licenciatura em Química que tem disciplinas envolvendo o uso das TDIC é relativamente baixo. Ressalta-se que nos artigos, foram observadas algumas competências digitais para os professores descritas pela UNESCO (2018) quer seja nas discussões sobre a aquisição, aprofundamento ou criação de conhecimento.

Dos trabalhos analisados e classificados com o foco na formação de professores no uso das tecnologias, o único publicado em uma revista com Qualis A1, trata sobre as representações dos professores sobre a relação entre o ensino dos conteúdos de Química e às tecnologias digitais, com o objetivo de identificar aspectos que permeiam e/ou circundam as estratégias didático-pedagógicas (ROSA; EICHLER; CATELLI, 2015). No que envolve as tecnologias digitais no ensino da Química, Rosa, Eichler e Catelli (2015)

destacam que aspectos como as condições estruturais das escolas, a formação e a área de atuação dos docentes, dentre outras características interferem “no desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico dos professores de química no que se refere à inserção no ambiente escolar de recursos tecnológicos como instrumentos potencializadores da transposição didática dos conhecimentos próprios da área” (ROSA; EICHLER; CATELLI, 2015, p. 102). Anteriormente, Jacon e colaboradores (2014) realizaram uma investigação com formadores de professores de Química, oportunizando uma prática pedagógica para além do contexto formal físico e presencial. A pesquisa relatou como a mobilidade junto aos professores em formação do curso de licenciatura em Química potencializou o ensino de conhecimentos químicos.

Em relação ao questionamento sobre “Qual(is) recurso(s) didático(s) digital(is) foi(ram) utilizado(s)?”, os dados da pesquisa revelam que os *softwares*/aplicativos, áudios/vídeos e os dispositivos móveis (principalmente os *smartphones*) foram os RDD mais utilizados nos trabalhos analisados, cada categoria com seis artigos cada. Com discussões em cinco artigos estavam os recursos da Web 2.0 (redes sociais, fóruns, comunidades, blogs etc.) e os jogos digitais estavam sendo abordados em quatro pesquisas analisadas. Cabe destacar que alguns trabalhos utilizaram mais de um RDD na pesquisa e que em cinco publicações não se observava a indicação de uso de algum tipo de RDD.

No trabalho de Oliveira, Milani Júnior e Carvalho (2020), a fim de discutir os conceitos da química orgânica, foram selecionados dois aplicativos gratuitos voltados ao tema Hidrocarbonetos na loja virtual da *Google Play*. Os autores descrevem que “ocorreu o planejamento da abordagem, bem como a elaboração de atividades investigativas a serem exploradas pelos discentes por meio dos aplicativos” (OLIVEIRA; MILANI JÚNIOR; CARVALHO, 2020 p. 92). Além disso, no ensino de Química, observa-se na literatura o crescimento do número de publicações que abordam temáticas relacionadas aos dispositivos móveis e seus aplicativos nos processos de ensino e aprendizagem (JACON et al., 2014; LEITE, 2019), porém pouco se observa essas publicações em revistas com Qualis A na área de Ensino. Para abordar a temática “A Química do sabão”, Ribeiro e Nobre-Silva (2020) utilizaram o *software Power Point* por entenderem que este *software* é de fácil uso e que suas funções são bem conhecidas pelos usuários. É preciso destacar que os autores ora chamam o *Power Point* de *software*, ora chamam de aplicativo, o que pode gerar confusão no entendimento dos leitores do artigo. Como já destacado nesta pesquisa, o *software* é um programa que possibilita a “mediação de comunicação entre um sistema informático e seus usuários” (LEITE, 2015, p. 175). Já os aplicativos são

compreendidos como *softwares* desenvolvidos para serem instalados em um dispositivo móvel.

Embora se tem acompanhado o crescimento do uso das tecnologias digitais nas práticas pedagógicas (LEITE, 2015), quando se refere à internet (como observado) apenas 5 artigos envolviam este tipo de RDD. Por exemplo, Leite (2017) discute algumas propostas de utilização da rede social Edmodo para promover uma aprendizagem centrada no estudante e motivá-los ao trabalho coletivo e autônomo. É interessante destacar que essas propostas de Leite (2017) vão ao encontro do que se tem observado nas discussões envolvendo as metodologias ativas e as TDIC. O uso do Edmodo, uma rede social digital, pode ser realizada por meio das metodologias ativas promovendo uma aprendizagem tecnológica ativa (LEITE, 2018). Como exposto por Leite (2017), os resultados mostraram uma postura favorável dos professores e estudantes frente à utilização do Edmodo em sala de aula e que os princípios do conectivismo, aprendizagem conectada e da Teoria da Distância Transacional foram observados durante seu uso.

Sobre os conteúdos abordados (Quais conteúdos da Química foram mais explorados?) em publicações dos periódicos no último decênio, observa-se que dos 27 artigos, em 10 não se aplicavam a abordagem de algum conteúdo da Química, dois não apresentavam qual conteúdo estava sendo discutido e 14 mostravam um ou mais de um conteúdo da Química. A química orgânica, por exemplo, foi o conteúdo explorado em três artigos distintos. A Figura 3 mostra uma nuvem de palavras com todos os conteúdos da Química abordados nos artigos.

Figura 3: Nuvem de palavras dos conteúdos da Química nos artigos analisados.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para exemplificar, no trabalho de Siqueira, Santin Filho e Cirino (2018) foi utilizado um *software* para o ensino de equilíbrio químico enfatizando a construção dos conceitos de reversibilidade de reação e a relação entre a constante de equilíbrio e a formação de

produtos numa reação química. Já Klein e Barin (2019) relatam uma experiência com histórias em quadrinhos para o ensino de pH e pOH, em que este RDD foi elaborado e utilizado para “revisar o conceito de pH trabalhado em sala de aula e convidar os estudantes a investigar soluções alcalinas e ácidas que estão presentes em seu cotidiano” (KLEIN; BARIN, 2019, p. 58). Nos trabalhos de Leite e Leão (2015) e de Rocha et al. (2020), o conteúdo da ligação química é discutido, o primeiro trabalho faz uso dos recursos da Web 2.0 e o segundo utiliza um aplicativo para abordar o assunto. Observa-se que os conteúdos abordados nos artigos são considerados basilares no ensino da Química e que boa parte deles são vistos no ensino médio.

No que diz respeito ao público-alvo dos artigos (Qual o público-alvo dos trabalhos envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química?), os dados revelam que 40,7% são de estudantes do ensino médio e que as atividades foram realizadas durante as aulas da unidade curricular de Química. Por exemplo, Bedin (2019) abordou o conteúdo de Cinética Química com estudantes do segundo ano do Ensino Médio, assim como Francisco Júnior e Benigno (2018), que realizaram uma proposta didático-pedagógica de produção de vídeos de experimentos com uma turma de estudantes do segundo ano do ensino médio e Siqueira et al. (2018), que discutiram Equilíbrio Químico em uma proposta didática aplicada também a estudantes do segundo ano do ensino médio. Ademais, ao discutir sobre o conteúdo de ligação química, Leite e Leão (2015) tiveram como público-alvo estudantes do primeiro ano do ensino médio.

Já no ensino superior, observou-se que 33,3% do público-alvo se tratavam de licenciandos em Química, 7,4% de licenciandos em Ciências da Natureza, além de percentuais menores de bacharelados em Química (3,7%), em Agronomia (3,7%) e em Engenharia de Alimentos (3,7%), na qual as pesquisas foram realizadas durante as aulas de Química (e para o ensino da Química) nos respectivos cursos de graduação. A título de ilustração, Jacon et al. (2014) testaram o uso de dispositivos móveis com estudantes da licenciatura em Química. Outros 22,2% do público-alvo são de professores de Química, em que as atividades discutidas nos artigos ocorriam dentro de uma proposta de formação continuada e que 7,4% dos artigos não se aplicavam a nenhum público-alvo. Cabe ressaltar que no trabalho de Leite (2017), o público-alvo foi tanto professores como licenciandos em Química.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, na análise documental dos artigos se constata que os trabalhos consultados nesta revisão sistemática de literatura refletem uma visão sobre como está o campo de pesquisa envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química em revistas com Qualis A. Além disso, mostra a importância das pesquisas sobre as TDIC e o ensino de Química, além de apontar para a necessidade da realização de mais pesquisas sobre esta temática.

A RSL mostrou que a utilização das tecnologias no ensino de Química é o tema de maior foco nas pesquisas atuais sobre as TDIC e o ensino de Química. Nas revistas analisadas, o número de trabalhos com este foco foi bem superior ao segundo foco das pesquisas (elaboração, aplicação e/ou avaliação de recursos didáticos digitais) que envolviam o processo de elaboração de um determinado RDD e sua aplicação no ensino de Química. Poucos apresentavam também a validação dos RDD produzidos. O terceiro foco mais observado nos artigos das revistas analisadas, tratavam da formação de professores no uso das tecnologias. Nesse sentido, é preciso desenvolver estratégias que tenham por objetivo capacitar os professores em formação inicial e continuada para o uso das TDIC no ensino de Química. Conforme apontam Leite (2015) e Reis et al. (2019), grande parcela dos professores de Química não tiveram formação inicial para a incorporação das TDIC em suas práticas pedagógicas, o que evidencia a necessidade de modificação nos currículos dos cursos de licenciatura em Química. Não apenas isso, o uso das tecnologias digitais em sala de aula devem vir acompanhadas de estratégias que permitam a incorporação pedagógica por parte dos professores.

Em relação a segunda pergunta de pesquisa, observou-se que os dispositivos móveis, os áudios/vídeos e os *softwares*/aplicativos se configuraram como os RDD mais utilizados nas investigações no ensino de Química com uso das tecnologias digitais. Nos trabalhos também se verifica o uso dos recursos da Web 2.0 (redes sociais, fóruns, comunidades, blogs etc.). Ressalta-se que o uso dos dispositivos móveis é uma das tendências que Leite (2019) apresenta em seu levantamento e que devem crescer nos próximos anos. Uma breve pesquisa nos sites de busca é possível constatar que a temática dispositivo móvel e ensino de Química apresenta um número considerável de artigos (com Qualis B e C, ou sem Qualis).

Pensando nos conteúdos da Química abordados nos artigos, os dados evidenciaram que a química orgânica foi o conteúdo mais explorado nestes trabalhos. Outros conteúdos

e conceitos da Química também foram discutidos nos artigos analisados, tais como: equilíbrio químico, cinética química, radioatividade, conservação das massas, ligação química, dentre outros.

Os artigos analisados indicaram que o maior público-alvo destes trabalhos envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química era de estudantes do ensino médio. O segundo maior público-alvo descritos nos artigos foi de professores de Química. Observou-se ao mesmo tempo que quando a pesquisa tinha professores como envolvidos na atividade, essa apropriação ocorria por meio de alguma proposta de formação continuada. O terceiro maior público-alvo identificado nos artigos era de estudantes do ensino superior, dentre eles licenciandos e bacharéis.

Por fim, essa pesquisa apresenta para a comunidade científica, em especial do ensino de Química, o que os pesquisadores da área têm desenvolvido sobre a temática envolvendo as tecnologias digitais no ensino de Química em revistas com Qualis A, possibilitando traçar caminhos que visem a contribuir para o processo de construção do conhecimento químico por meio do uso das tecnologias digitais.

REFERÊNCIAS

- ATANAZIO, Alessandra Maria Cavichia; LEITE, Álvaro Emílio. Tecnologias da informação e comunicação (TIC) e a formação de professores: tendências de pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 88-103, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BEDIN, Everton. Filme, experiência e tecnologia no ensino de ciências química: uma sequência didática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. 101-115, 2019.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. **Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica**. Parecer CNE/CP nº 22/2019. DOU, Brasília, DF, 19 dez. 2019.
- BRASIL. **Lei 13.005** de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/jV9DP7>>. Acesso em 12 fev. 2021.
- COOK, Deborah J.; MULROW, Cynthia D.; HAYNES, R. Bryan. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.
- COOPER, Harris. Editorial. **Psychological Bulletin**, v. 129, n.1, p. 3-9, 2003.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Stages for undertaking a systematic review. **Acta medica portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto; BENIGNO, Ana Paula Aquino. Produção de vídeos amadores de experimentos: algumas contribuições para se pensar o processo educativo. **Revista Exitus**, v. 8, n. 2, p. 244-272, 2018.

GALVIS, Alvaro H. **Oportunidades educativas de las TIC** [Internet]. 2004. Disponível em: <<https://docplayer.es/4314141-Oportunidades-educativas-de-las-tic.html>>. Acessado em 18 jun. 2021.

HAM-BALOYI, Wilma Ten; JORDAN, Portia. Systematic review as a research method in postgraduate nursing education. **Health sa gesondheid**, v. 21, p. 120-128, 2016.

JACON, Liliane da Silva Coelho; OLIVEIRA, Ana Carolina Garcia de; MARTINES, Elizabeth Antonia Leonel de Moraes; MELLO, Irene Cristina de. Os formadores de professores e o desafio em potencializar o ensino de conhecimentos químicos com a incorporação dos dispositivos móveis. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 77-89, 2016.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele University Technical Report**, Keele, UK, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KLEIN, Vanessa; BARIN, Cláudia Smaniotto. Histórias em quadrinhos como elemento de flexibilização do ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 54-68, 2019.

LEITE, Bruno Silva. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

LEITE, Bruno Silva. Ensino híbrido utilizando a Rede Social Edmodo: um estudo exploratório sobre as potencialidades educacionais para o Ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 206-230, 2017.

LEITE, Bruno Silva. Estudo do corpus latente da internet sobre as metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino das Ciências. **Pesquisa e Ensino**, 1, e202012. 2020.

LEITE, Bruno Silva. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, p. 326-340, 2019.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente**. Curitiba: Appris, 2015.

LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Contribuição da Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 288-315, 2015.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007.

MENESES, Elionay Quirós. Recursos didácticos digitales: medios innovadores para el trabajo colaborativo en línea. **Revista Electrónica Educare**, v. 13, n. 2, p. 47-62, 2009.

OKOLI, Chitu. A guide to conducting a standalone systematic literature review. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 37, n. 43, p. 879–910, 2015.

OLIVEIRA, Fabio Caires de; MILANI JÚNIOR, João; CARVALHO, José Wilson Pires. Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 17, n. 49, p. 86-103, 2020.

PRETTO, Nelson De Luca; PASSOS, Maria Sigmar Coutinho. Formação ou Capacitação em TIC? Reflexões sobre as Diretrizes da UNESCO. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 1, n. 1, p. 9-32, 2017.

REIS, Rafaela da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

REIS, Rafaela da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Percepções sobre a incorporação das TIC em cursos de licenciatura em Química no Brasil. **Revista Debates em Educação**, v. 11, n. 23, p. 01-18, 2019.

RIBEIRO, Geize Kelle Nunes; NOBRE-SILVA, Nara Aline. Construção e aplicação de um objeto virtual de aprendizagem (OVA) para o ensino de química: abordagem da temática sabão. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.13, n. 1, p. 294-313, 2020.

ROCHA, Kionnys Novaes; ALMEIDA, Nayron Moraes; SOARES, Cecília Regina Galdino; SILVA, Luís Fernando Maia Santos. Q-LIBRAS: um jogo educacional para estimular alunos surdos à aprendizagem de Química. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1-14, 2019.

ROSA, Marcelo Prado Amaral; EICHLER, Marcelo Leandro; CATELLI, Francisco. “Quem me salva de ti?”: representações docentes sobre a tecnologia digital. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 84-104, 2015.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química nova**, v. 25, p. 14-24, 2002.

SIQUEIRA, Francielle; SANTIN FILHO, Ourides; CIRINO, Marcelo Maia. Utilização e avaliação de software educacional para ensino de equilíbrio químico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 88-105, 2018.

SOARES, Márton Herbert Flora Barbosa; MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva; REZENDE, Daisy de Brito. O ensino de química e os 40 anos da SBQ: o desafio do crescimento e os novos horizontes. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 656-662, 2017.

SOUZA, Jéssica Itaiane Ramos de; LEITE, Quesia dos Santos Souza; LEITE, Bruno Silva. Avaliação das dificuldades dos ingressos no curso de licenciatura em Química no sertão pernambucano. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 5, p. 135-159, 2015.

THE COCHRANE COLLABORATION. **Glossary of terms in The Cochrane Collaboration** [Internet]. Version 4.2.5. London: The Cochrane Collaboration; 2005. Disponível em: <<http://community.cochrane.org/glossary>>. Acessado em 9 fev. 2021.

TINÓS, Lúcia Maria Santos, MAZER-GONÇALVES, Sheila Maria; FANTACINI, Isabella Maria Cruz; VICCARI, Gabriella. Revisão sistemática sobre a publicação científica brasileira na base de dados SciELO sobre pedagogia hospitalar. **Debates em Educação**, v. 10, n. 20, p. 238, 2018.

UNESCO. **Padrões de competência em TIC para professores**: diretrizes de implementação. Versão 1.0. Paris: UNESCO, 2008.

UNESCO. **UNESCO ICT competency framework for teachers**. Paris: France, 2018.