



REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DAS PRODUÇÕES CIENTÍFICAS EM METACOGNIÇÃO E TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO PERÍODO DE 2000 A 2020

*BILIOMETRIC REVIEW OF SCIENTIFIC PRODUCTIONS IN METACOGENITION AND
DIGITAL TECHNOLOGIES IN SCIENCE TEACHING IN THE PERIOD FROM 2000 TO
2020*

Marly Stephany Magalhães Machado

Mestre em Educação em Ciências e em Matemática

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática – Universidade Federal do Paraná – PR

marlysm.machado@gmail.com

Maria das Graças Cleophas

Doutora em Ensino das Ciências (ênfase em Ensino de Química)

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática – Universidade Federal do Paraná – PR

Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade - Universidade Federal da Integração Latino-Americana – PR

maria.porto@unila.edu.br

Resumo

A partir das transformações acarretadas pela evolução tecnológica na educação e em meio a tantas informações, o incentivo ao desenvolvimento metacognitivo se torna imprescindível para refletir sobre o que se aprende, principalmente na área de educação em ciências. Portanto, a questão de investigação é: qual o atual panorama e estrutura conceitual das publicações científicas em metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências? Esta pesquisa visa identificar as principais abordagens adotadas no campo da metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências, a partir da realização de análise bibliométrica num recorte temporal de vinte anos. Para tanto, utilizou-se como base de dados a Web of Science e, obteve-se um total de 97 artigos, investigados sob a ótica da análise descritiva e relacional. Como resultados, identificaram-se quatro abordagens: estratégias metacognitivas, autorregulação, projetos e experiências e, intervenção. Verificou-se, quanto à metodologia, uma tendência na produção de pesquisas mistas, ou seja, qualitativa e quantitativa, de direcionamento empírico. Espera-se que este estudo contribua para o entendimento quanto ao desenvolvimento científico no contexto da metacognição e das tecnologias digitais no ensino de ciências, bem como levantar possíveis lacunas que possam permitir a abertura de espaços para futuras discussões e investigações.

Palavras-chave: Bibliometria. Estratégias Metacognitivas. Ferramentas Digitais.

Abstract

From the transformations brought about by the technological evolution in education and in the midst of so much information, the incentive to metacognitive development becomes essential to reflect on what is learned, especially in the area of science education. Therefore, the research question is: what is the current panorama and conceptual structure of scientific publications on metacognition and digital technologies in science teaching? This research aims to identify the main approaches adopted in the field of metacognition and digital technologies in science teaching, based on a bibliometric analysis in a time frame of twenty years. For that, the Web of Science was used as a database and a total of 97 articles were obtained, investigated from the perspective of descriptive and relational analysis. As a result, four approaches were identified: metacognitive strategies, self-regulation, projects and experiences, and intervention. Regarding the methodology, there was a tendency in the production of mixed research, that is, qualitative and quantitative, with empirical guidance. It is expected that this study will contribute to the understanding of scientific development in the context of metacognition and digital technologies in science teaching, as well as to identify possible gaps that may allow for the opening of spaces for future discussions and investigations.

Keywords: Bibliometrics. Metacognitive Strategies. Digital Tools.

1 INTRODUÇÃO

Com a popularização da internet, as tecnologias digitais (TD) vêm sendo utilizadas em inúmeras áreas, com diversos propósitos, e com forte apelo para uso na educação. Desse modo, articulado às mudanças no contexto de ensino e aprendizagem com a presença dessas ferramentas, o professor adquire um papel de mediador, auxiliando os estudantes a pesquisarem e/ou utilizarem as informações disponíveis de forma adequada e responsável (RODRIGUES; CASTRO, 2020).

Nessa direção, incentivar o desenvolvimento metacognitivo se torna imprescindível para refletir sobre o que se aprende, dado que o estudante passa a pensar sobre o próprio conhecimento, bem como a controlar ou regular o seu processo de aprendizagem através do planejamento, monitoramento e autoavaliação. Além disso, se o indivíduo está consciente sobre o domínio de suas habilidades e/ou limitações frente aos conteúdos, ele poderá optar pelo uso de estratégias mais adequadas para o desenvolvimento de suas tarefas, tendo em vista seus objetivos (SMITH, 2013), com foco no aumento do seu desempenho.

Ao integrar estratégias metacognitivas através das tecnologias digitais no ensino, o professor também pode contribuir para o desempenho do aprendiz diante da resolução de problemas. Além disso, tal ambiente favorece aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e competências requeridas pela sociedade do século XXI que se encontra inserida em um cenário de intensas transformações (SHEN; LIU, 2011).

No ensino de ciências, é fundamental que o aprendiz seja encorajado a refletir sobre o conteúdo informacional que lhe é apresentado. Deste modo, ele pode selecionar ações e estratégias que mais se adequem aos seus objetivos para investigar e compreender as mais diversas questões e problemas. Sendo assim, o professor deve explorar as possibilidades no que tange à empregabilidade das tecnologias digitais para promover o desenvolvimento metacognitivo de seus estudantes (JALEEL; PREMACHANDRAN, 2016; SOUZA, 2020).

Diante do exposto e, nessa perspectiva, a questão que direciona o presente estudo centra-se em: qual o atual panorama e estrutura conceitual das publicações científicas inseridas na temática metacognição que contemplem as tecnologias digitais no ensino de ciências? Nesse íterim, o objetivo está pautado em identificar as principais abordagens dentro do campo da metacognição com aporte das TD no ensino de ciências a partir de uma análise bibliométrica descritiva e relacional num recorte temporal de vinte anos, isto é, de 2000 a 2020.

2 METACOGNIÇÃO: ALGUMAS CONCEPÇÕES

Na literatura, o termo “metacognição” é considerado polissêmico, em outras palavras, pode apresentar inúmeras definições com múltiplos significados e, deste modo, sofre variações conforme o contexto de sua inserção (LOCATELLI, 2014). No entanto, no campo da Psicologia, sua definição foi inicialmente cunhada por John Flavell em meados da década de 1970. Sobre isso, para Rosa *et al.* (2020), a compreensão desse conceito enquanto processo já era evidenciada em trabalhos anteriores, como nos estudos de Dewey, Thorndike, Locke e Pringle-Pattison, Vygotsky e Piaget, por exemplo. Para Flavell (1979), a metacognição poderia ser compreendida como o conhecimento sobre o próprio conhecimento, que partindo de sua etimologia, “meta” diz respeito à “além de” e “cognição”, refere-se ao “conhecimento”.

Nesse panorama, para Brown, Bransford e Campione (1982), a metacognição pode ser entendida como o conhecimento e o controle do domínio deste conhecimento. Outrossim, de acordo com os autores supracitados, tal conceito se demonstra complexo em virtude de suas diferentes raízes históricas. Com efeito, posteriormente, outro elemento foi incorporado ao seu entendimento conceitual: a autorregulação, ou seja, o controle cognitivo e, desta forma, a metacognição teve sua definição ampliada e, de acordo com Flavell, Miller e Miller (2002), passou a apresentar dois aspectos básicos: o conhecimento cognitivo e a autorregulação. Nesse bojo, o conhecimento cognitivo abarca três componentes ou variáveis, a citar: pessoa, tarefa e estratégia, enquanto a autorregulação abrange os componentes: planejamento, monitoramento e avaliação.

Portanto, conforme Flavell (1979), no conhecimento cognitivo, a variável pessoa está relacionada aos saberes atrelados ao indivíduo, neste caso, em relação a ele mesmo, conjecturado a um aspecto intraindividual; em relação a outras pessoas, ou seja, numa perspectiva interindividual; e no que concerne aos conhecimentos gerais referentes ao pensamento humano, desta forma, num aspecto universal. Na sequência, o componente tarefa diz respeito às características da atividade a ser empreendida e, nesta amálgama, refere-se às condições necessárias para realizá-la. Finalmente, a estratégia compreende os meios e/ou ações mais adequados para o desenvolvimento de uma dada tarefa.

De acordo com Zimmerman (1986), a autorregulação pode ser entendida como um processo alicerçado no planejamento, na organização, no automonitoramento e na autoavaliação dos aprendizes diante do seu contexto de aprendizagem. Nesse sentido, segundo Baker e Brown (1980), mecanismos atrelados ao planejamento das próximas ações, bem como o acompanhamento do desempenho, são essenciais para promover aprendizagens.

Isto posto, a autorregulação, no que lhe toca, conforme Brown (1987), considera três elementos. O planejamento, ou seja, o processo relacionado à escolha das estratégias que serão utilizadas pelo indivíduo. Por conseguinte, o monitoramento, que se trata das ações e/ou atitudes tomadas pelo aprendiz ao longo do desenvolvimento da atividade e, sendo assim, inclui a revisão. O último elemento, ou seja, o autorregulatório, a avaliação, encontra-se associada ao processo avaliativo propriamente dito dos resultados obtidos pelo sujeito diante do desenvolvimento de sua tarefa.

Nesse âmbito de ideias, Rosa *et al.* (2021) destacam que os entendimentos relativos à metacognição e sobre seus componentes têm possibilitado um número crescente de produções nos últimos anos. Todavia, ainda predominam lacunas, como, por exemplo, a apresentação de práticas instrucionais específicas que promovam a aprendizagem metacognitiva dos aprendizes; a construção de ferramentas metacognitivas específicas para promoção da aprendizagem sobre os conhecimentos científicos; desenvolvimento do conhecimento pedagógico dos professores em relação ao emprego da metacognição em sala de aula, entre outros. Diante do exposto, os autores ainda levantam que apesar das limitações mencionadas, os resultados diante das pesquisas com tal temática são promissores e, nesse sentido, se torna fundamental ampliar os estudos sob diferentes perspectivas, principalmente na área do ensino de ciências.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA O DESENVOLVIMENTO METACOGNITIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Devido às intensas modificações ocasionadas ao longo dos últimos anos guiadas pela evolução tecnológica, diferentes maneiras de se relacionar com a aprendizagem se estabeleceram. Ou seja, os estudantes são cercados por inúmeras tecnologias que não estavam disponíveis anos atrás e, sendo assim, suas relações com o conhecimento vêm sendo rapidamente transformadas. Vale destacar que as tecnologias digitais abrangem os dispositivos eletrônicos pautados na linguagem de códigos binários e, considera, portanto, computadores, *notebooks*, *tablets* e *smartphones*, que são praticamente indissociáveis da vida cotidiana dos estudantes (FERRARINI *et al.*, 2019).

Isto posto, para Scaranti (2017), a partir do desenvolvimento desses recursos, bem como com o crescimento da internet e de espaços e/ou serviços que possibilitam a comunicação e o compartilhamento de informações e conhecimentos entre as pessoas, tais mudanças também passaram a influenciar significativamente diferentes âmbitos sociais, inclusive a escola que precisa se adequar às exigências educacionais do século XXI que não dispensam o uso das tecnologias durante a instrução do professor ou como aporte para fomentar a aprendizagem dos estudantes.

Entre as ferramentas de aprendizagem proporcionadas pelas tecnologias, encontram-se ferramentas interativas de apresentação, laboratórios virtuais, simulações, jogos, realidade virtual, *quizzes*, animações e outras plataformas *online* (ABDULRAHAMAN *et al.*, 2020). Em articulação, cabe destacar que as tecnologias não estão limitadas a deixar o conteúdo mais dinâmico e/ou atraente, pois além do uso da ferramenta é importante que haja um planejamento baseado em pressupostos pedagógicos que são subjacentes à aprendizagem, tais como atividades de pesquisa e trabalhos em grupo. Além disso, embora parem a existência de inseguranças sobre a sua utilização, elas quando incorporadas à prática docente de forma adequada, tornam-se úteis para a elaboração e o desenvolvimento de atividades no contexto de ensino e de aprendizagem (LOPES; CASTRO, 2015), sobretudo porque pode facilitar o trabalho do professor.

Nessa seara, conforme Gurbin (2015), os estudantes podem utilizar diferentes estratégias metacognitivas quando recorrem às tecnologias. A partir da elaboração de objetivos de aprendizagem a serem alcançados, bem como seu planejamento acerca dos recursos e tempo necessário para a realização de uma tarefa e sua respectiva avaliação, os aprendizes podem ser capazes de se autorregular. Logo, tal processo pode ser favorecido quando incentivado através de ferramentas virtuais interativas, em que há emprego, por exemplo, da gamificação por meio de *quizzes* que permitem respostas com *feedback* imediato, levantamento de informações, experiências em laboratórios virtuais, entre outras possibilidades.

Alinhado a isso, a presença dessas ferramentas em sala de aula oportuniza aos estudantes a conscientização da complexidade atrelada ao método de pesquisa e à construção do conhecimento. Ademais, favorece o trabalho em grupo e a colaboração entre os pares, bem como pode aumentar o seu engajamento. Portanto, são inúmeras as possibilidades a partir da empregabilidade das TD no contexto de ensino, principalmente na área de educação em ciências. Nesse sentido, a metacognição e as tecnologias digitais, de forma conjunta, podem contribuir significativamente para a aprendizagem (CADAMURO *et al.*, 2020; KLUCEVSEK; BRUNGARD, 2020).

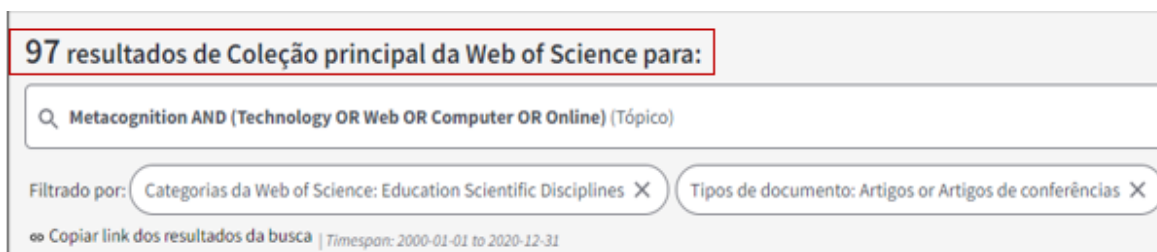
4 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se de natureza básica e de abordagem qualitativa, que conforme Galvão *et al.* (2018), fornece descrições minuciosas e/ou aprofundadas de fenômenos complexos, considerando seu contexto e, deste modo, permite que haja a compreensão de vários aspectos sociais. Quanto ao nível de objetivo, baseia-se no estudo exploratório-descritivo já que proporciona uma visão abrangente do objeto de pesquisa aliada à descrição de suas características (GIL, 2008).

Diante dessas acepções, a metodologia esteve alicerçada a três fases, a citar: fase I (delimitação da base de dados); fase II (estabelecimento dos descritores e filtros); fase III (análise do *corpus* de pesquisa). Dito isso, para delimitar os dados de análise (Fase I), selecionou-se a base *Web of Science Core Collection*, devido à disponibilidade para acesso por meio da plataforma de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), além de sua representatividade e relevância na área de investigação.

Na sequência, na fase II, foram utilizados os seguintes descritores e operadores *booleanos* para que quando combinados fossem obtidos melhores resultados condizentes com a pesquisa realizada. Para tanto, usou-se as seguintes combinações: *Metacognition and (Technology or Web or Computer or Online)*. Ademais, aplicaram-se os seguintes filtros: a) artigos científicos e artigos de conferências; b) pertencentes à categoria “*Education Scientific Disciplines*”; c) em qualquer idioma e, por fim, d) que tivessem sido publicados entre o período de 2000 a 2020. Como resultado da busca, constatou-se a existência de 97 trabalhos, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – resultados da busca em base de dados



FONTE: Arquivo pessoal.

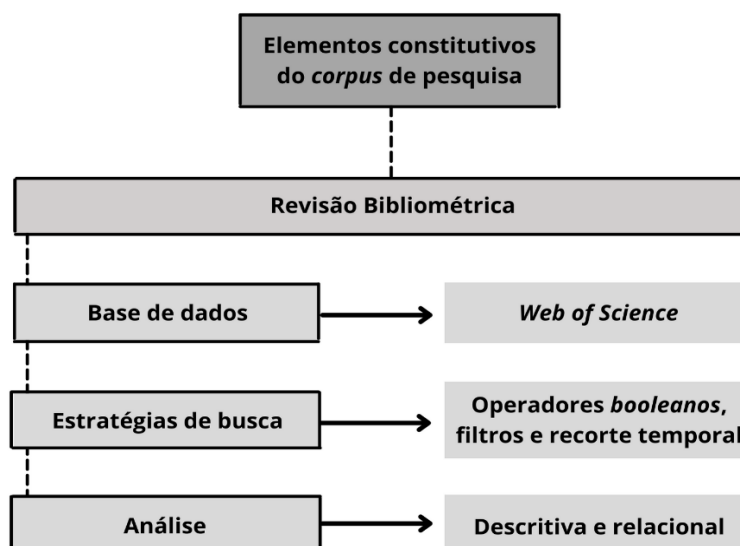
Para dar continuidade ao processo, a fase III esteve imbricada na análise dos dados obtidos, isto é, dos artigos científicos e artigos de conferência. Para tanto, optou-se pela utilização do método de análise bibliométrica numa abordagem descritiva e relacional. No que tange ao método, para Café e Bräscher (2008), a bibliometria pode ser entendida como um conjunto de leis aplicadas à procedimentos estatísticos e/ou descritivos com o objetivo de mapear e representar as informações obtidas a partir da produtividade científica de autores e/ou periódicos. Sobre isto, Lenine e Mörschbacher (2020) consideram que esse tipo de estudo se debruça em categorizar produções bibliográficas, conforme critérios previamente estabelecidos por meio de categorias que visam identificar aspectos teóricos e metodológicos dos materiais analisados para possibilitar sua comparação.

Deste modo, para a análise descritiva foram elaborados quadros e gráficos com dados referentes ao número de publicações ao longo do tempo, seguindo o recorte temporal adotado. Além disso, levantou-se as dez revistas com maior número de publicações científicas e seu fator

de impacto. Entre as produções, foram selecionadas as dez mais citadas para identificar e explorar aspectos como título, autoria, tipo de documento, ano e *locus* de publicação, número de citações, abordagem e direcionamento metodológico e, por fim, objetivo. Os dados numéricos foram obtidos por meio da ferramenta *Web of Science - Clarivate Analytics*, indicada para análises bibliométricas, de avaliação e de qualidade da produção científica.

Para a análise relacional, os documentos obtidos por meio da base de dados foram inseridos no *software VOSviewer* versão 1.6.16. A escolha deste *software* esteve condicionada à sua finalidade, pois, a partir dele, foi possível a obtenção de *clusters*, isto é, redes bibliométricas que permitem identificar as correlações entre os descritores adotados. Tal técnica é utilizada para classificar e reunir determinados itens – palavras – em grupos que apresentam características semelhantes. Além do mais, tal ferramenta é disponibilizada – e anualmente atualizada – de forma gratuita pela *Leiden University's Centre for Science and Technology Studies* (CWTS). O desenho metodológico adotado é representado pela Figura 2.

Figura 2 – desenho metodológico da pesquisa



FONTE: Arquivo pessoal.

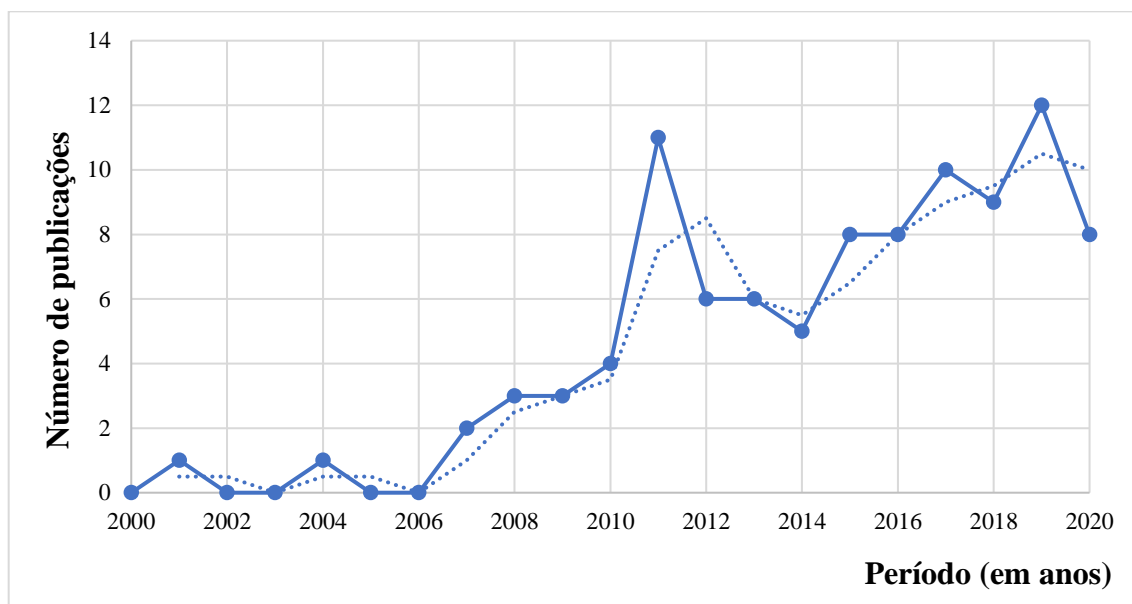
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Em se tratando dos filtros aplicados para a constituição do *corpus* de dados desta Revisão Bibliométrica, constatou-se a existência de noventa e sete trabalhos, dos quais, cinquenta e dois consistiam de artigos científicos e quarenta e cinco artigos de conferências, todos em língua inglesa. Neste primeiro momento, serão apresentados os dados descritivos relacionados às características do material analisado por meio de levantamentos quanto ao número de trabalhos produzidos ao longo do tempo, bem como os países de origem dessas contribuições, o *locus*

das publicações e os artigos mais citados. Logo, no que tange à quantidade do número de publicações em relação ao tempo, conforme o recorte temporal adotado, ou seja, de 2000 a 2020. O Gráfico 1 contempla os resultados obtidos.

Gráfico 1 – número de publicações em relação ao tempo



FONTE: Dados da pesquisa.

Com base nessas informações destacadas no Gráfico 1, observou-se a inexistência de produções na temática de investigação no ano de 2000, sendo o primeiro e único trabalho publicado no ano seguinte, em 2001. Entre 2002 e 2003 também não foram encontradas produções na área, sendo novamente publicado um único trabalho em 2004, não houve resultados entre 2005 e 2006. No entanto, a partir de 2007, as produções permanecem contínuas, variando entre duas e quatro até o ano de 2010. Em 2011, nota-se um crescimento acentuado comparado com os anos anteriores quando atingiu a quantidade de onze trabalhos, mas tal crescente não se manteve porque houve uma queda para seis publicações entre 2012 e 2013 e, para cinco, em 2014. Entre os anos de 2015 e 2016, o número de trabalhos permaneceu em oito e, a partir daí, nos anos subsequentes, não são constatadas produções em menor quantidade. Nessa direção, em 2019, encontra-se o pico de publicações, com um total de doze, caindo para oito artigos em 2020.

Ademais, a linha de tendência demonstrada no gráfico, que corresponde à média móvel, apresenta-se como um indicador relevante para avaliar o comportamento do número de produções ao longo dos anos, pois retira os ruídos das oscilações proeminentes. Deste modo, é possível verificar que a quantidade de publicações se intensificou a partir de 2007 e tende a se expandir nos próximos anos. Logo, é pertinente destacar que a temática relacionada à metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências encontra-se em processo de crescimento, considerando que é um campo de pesquisa relativamente recente, assim como evidenciado em outras temáticas relacionadas à metacognição, como trazido por Rosa *et al.* (2021).

Ao analisarmos a origem desses trabalhos, verificou-se a presença de vinte e oito países, em que os Estados Unidos detiveram parte significativa das produções, com sessenta e dois,

dos noventa e sete artigos. Na sequência, o Canadá e a Indonésia com cinco publicações respectivamente; seguidos da Espanha e Taiwan com quatro; Austrália, Holanda, Inglaterra e Israel com três; Alemanha, Brasil, China, Escócia, Finlândia, Malásia e Portugal com dois; e Equador, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, França, Grécia, Moldávia, Nigéria, Nova Zelândia, Polônia, Romênia, Suécia e Turquia com apenas uma publicação cada.

Quanto ao *locus* de publicação, averiguou-se a existência de setenta e oito revistas em que os trabalhos analisados foram inseridos. A revista com maior número de publicações no campo da metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências foi a *Frontiers in Education Conference*, com catorze trabalhos. Por conseguinte, o *Journal of Chemical Education*, com seis; seguido da *2012 Frontiers in Education Conference (FIE)*, *ASEE Annual Conference Exposition*, *CBE – Life Sciences Education*, *Chemistry Education Research and Practice*, *International Journal of Technology and Design Education* e *Journal of Science Education and Technology*, com quatro. Na sequência, *2011 Frontiers in Education Conference (FIE)* e *American Journal of Pharmaceutical Education* com três trabalhos.

Além disso, também foi considerado o Fator de Impacto (FI), um método quantitativo desenvolvido para avaliar e qualificar as revistas científicas a partir de suas citações. Em outras palavras, consiste de uma relação entre a quantidade de artigos publicados e o número de citações recebidas por estes. Deste modo, o FI de 2020 para os dez *locus* com maiores publicações variou entre 0.270 e 3.325, entre estes, a *CBE – Life Sciences Education*, a revista mais bem classificada. O Quadro 1 contempla as dez revistas que apresentaram maior número de publicações na temática investigada, bem como sua representatividade em percentual e, seu fator de impacto, conforme atribuído pelo *Journal Citation Reports (JRC)*.

Quadro 1 – revistas com maior número de publicações

N	Locus de publicação	Quantidade de trabalhos	Percentual	Fator de Impacto
1	<i>Frontiers in Education Conference (FIE)</i>	14	14.4%	0.270
2	<i>Journal of Chemical Education</i>	06	6.2%	2.979
3	<i>2012 Frontiers in Education Conference (FIE)</i>	04	4.1%	0.366
4	<i>ASEE Annual Conference Exposition</i>	04	4.1%	0.400
5	<i>CBE - Life Sciences Education</i>	04	4.1%	3.325

6	<i>Chemistry Education Research and Practice</i>	04	4.1%	2.959
7	<i>International Journal of Technology and Design Education</i>	04	4.1%	2.177
8	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	04	4.1%	2.315
9	<i>2011 Frontiers in Education Conference (FIE)</i>	03	3.1%	0.285
10	<i>American Journal of Pharmaceutical Education</i>	03	3.1%	2.047

FONTE: Dados da pesquisa.

Considerando os dados referentes ao número de publicações e ao fator de impacto dos periódicos, constatou-se que a revista que apresentou maior número de artigos publicados na temática foi a *Frontiers in Education Conference (FIE)*, com 14.4% do universo amostral. Entretanto, obteve um dos menores fatores de impacto quando comparada às demais, o que pode estar relacionado ao menor rigor para publicações, em se tratando de uma revista voltada para conferências.

Enquanto a *CBE – Life Sciences Education*, mais bem colocada, representou 4.1% das produções analisadas. Ademais, as dez revistas com maior quantidade de publicações concentram, juntas, cinquenta dos noventa e sete artigos, ou seja, 51.5% do total do universo amostral desta revisão.

Ainda, partindo dos resultados anteriores, foram selecionados os dez artigos mais citados da amostragem e, a partir disso, identificou-se o título, autores, tipo de documento, ano de publicação, número de citações e o *locus* correspondente. Entre todos os trabalhos analisados, o “*Web-based peer review: the learner as both adapter and reviewer*”, de Liu *et al.* (2001) foi o mais citado, com um total de 100 citações até o momento deste estudo e foi publicado na “*IEE Transactions on Education*”, uma revista da área de educação, tecnologia e engenharia. Nesse sentido, tratou-se da publicação mais antiga analisada, sendo a única do ano, conforme os dados gerados.

No que diz respeito ao artigo mais recente com maior número de citações, sobreveio o “*Increasing the use of student-centered pedagogies from moderate to high improves student learning and attitudes about biology*”, de Connel *et al.* (2016), com 44 citações e publicado na *CBE – Life Sciences Education*, revista da área de ciências biológicas, sendo um dos oito artigos publicados naquele ano. Diante disso, o Quadro 2 contempla aspectos gerais dos dez artigos mais citados nesta revisão.

Quadro 2 – aspectos gerais dos artigos mais citados

N	Título	Autores	Documento	Ano	Número de citações	Lócus
1	<i>Web-based peer review: the learner as both adapter and reviewer</i>	Liu <i>et al.</i>	Artigo	2001	100	<i>IEE Transactions on Education</i>
2	<i>A new concept of unsupervised learning: directed self-guided learning in the health professions</i>	Brydges <i>et al.</i>	Artigo	2010	78	<i>Academic Medicine</i>
3	<i>Research-based implementation of peer instruction: a literature review</i>	Vickrey <i>et al.</i>	Artigo	2015	68	<i>CBE – Life Sciences Education</i>
4	<i>Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving</i>	Cooper <i>et al.</i>	Artigo	2008	54	<i>Chemistry Education Research and Practice</i>
5	<i>Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories</i>	Koretsky <i>et al.</i>	Artigo	2011	48	<i>Journal of Engineering Education</i>
6	<i>Increasing the use of student-centered pedagogies from moderate to high improves student learning and attitudes about biology</i>	Connel <i>et al.</i>	Artigo	2016	44	<i>CBE – Life Sciences Education</i>
7	<i>Motivating self-regulated learning in technology education</i>	Barak, M.	Artigo	2010	44	<i>International Journal of Technology and Design Education</i>
8	<i>Students' experience in a general chemistry cooperative problem based laboratory</i>	Sandi-Urena <i>et al.</i>	Artigo	2011	42	<i>Chemistry Education Research and Practice</i>
						<i>International Journal of</i>

9	<i>Teaching for CAD expertise</i>	Chester, I.	Artigo de conferência	2007	37	<i>Technology and Design Education</i>
10	<i>A participatory learning approach to biochemistry using student authored and evaluated multiple-choice questions</i>	Bottomley; Denny	Artigo	2011	36	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>

FONTE: Dados da pesquisa.

A partir da leitura e análise dos dez trabalhos mais citados do universo amostral, foi possível identificar a ocorrência de nove artigos e um artigo de conferência. Com efeito, essa afirmação conduz à concepção de que, apesar das revistas de conferências apresentarem maior número de publicações na área, os artigos demonstraram maior número de citações, variando entre trinta e seis e cem, partindo do ano de publicação até o momento deste estudo.

Avançando nas discussões, no que se refere aos aspectos metodológicos, 70% (07) dos dez trabalhos mais citados apresentaram uma abordagem mista, neste caso, qualitativa e quantitativa e, de direcionamento empírico. Enquanto os 30% (03) restantes consistiram de estudos/pesquisas de gênese qualitativa, teórica ou empírica. Nessa amálgama, os estudos empíricos centraram-se em avaliar, comparar e/ou investigar práticas pedagógicas baseadas em tecnologias digitais para promoção do desenvolvimento metacognitivo dos estudantes. Por outro lado, as pesquisas de caráter teórico, mantiveram-se alicerçadas na compreensão, na análise e/ou na proposta de estratégias e/ou modelos para aprendizagem metacognitivas quando mediadas por recursos tecnológicos. Dito isso, o Quadro 3 representa, em síntese, as informações discutidas.

Quadro 3 – caracterização dos artigos mais citados

N	Título	Abordagem	Direcionamento	Objetivo
1	<i>Web-based peer review: the learner as both adapter and reviewer</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	Examinar o efeito no aprendizado e percepções de estudantes sobre a revisão em pares.
2	<i>A new concept of unsupervised learning: directed self-guided learning in the health professions</i>	Qualitativa	Teórico	Compreender as percepções dos aprendizes diante do aprendizado autoguiado e reavaliar as vantagens da aprendizagem supervisionada.
3	<i>Research-based implementation of peer instruction: a literature review</i>	Qualitativa	Empírico	Analisar as vertentes das pesquisas na área de ensino em pares e, fornecer um modelo eficaz para sua implementação.
	<i>Reliable multi method assessment of metacognition</i>			Desenvolver uma ferramenta de avaliação para habilidades

4	<i>use in chemistry problem solving</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	metacognitivas na resolução de problemas em química.
5	<i>Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	Identificar e comparar como as percepções dos alunos de graduação sobre seu conhecimento e a consciência de seu próprio aprendizado evoluem à medida que eles passam por experiências de laboratório físico e virtual
6	<i>Increasing the use of student-centered pedagogies from moderate to high improves student learning and attitudes about biology</i>	Qualitativa e quantitativa.	Empírico	Avaliar se o ensino amplamente centrado no aluno é mais eficaz que ensinar de maneira moderadamente centrada no aluno em um curso de Biologia.
7	<i>Motivating self-regulated learning in technology education</i>	Qualitativa	Teórico	Propor um modelo de aprendizagem autorregulada em educação tecnológica composto pelos domínios cognitivo, metacognitivo e motivacional.
8	<i>Students' experience in a general chemistry cooperative problem-based laboratory</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	Investigar a eficácia de um laboratório de química geral baseado em projetos e cooperativo para a promoção da aprendizagem de alunos de graduação.
9	<i>Teaching for CAD expertise</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	Discutir as práticas atuais no ensino com o <i>software</i> CAD e a forma como isso se relaciona com a modelagem de sólidos.
10	<i>A participatory learning approach to biochemistry using student authored and evaluated multiple-choice questions</i>	Qualitativa e quantitativa	Empírico	Descrever as contribuições e as percepções do sistema "PeerWise" para alunos de bioquímica de três cursos de graduação.

FONTE: Dados da pesquisa.

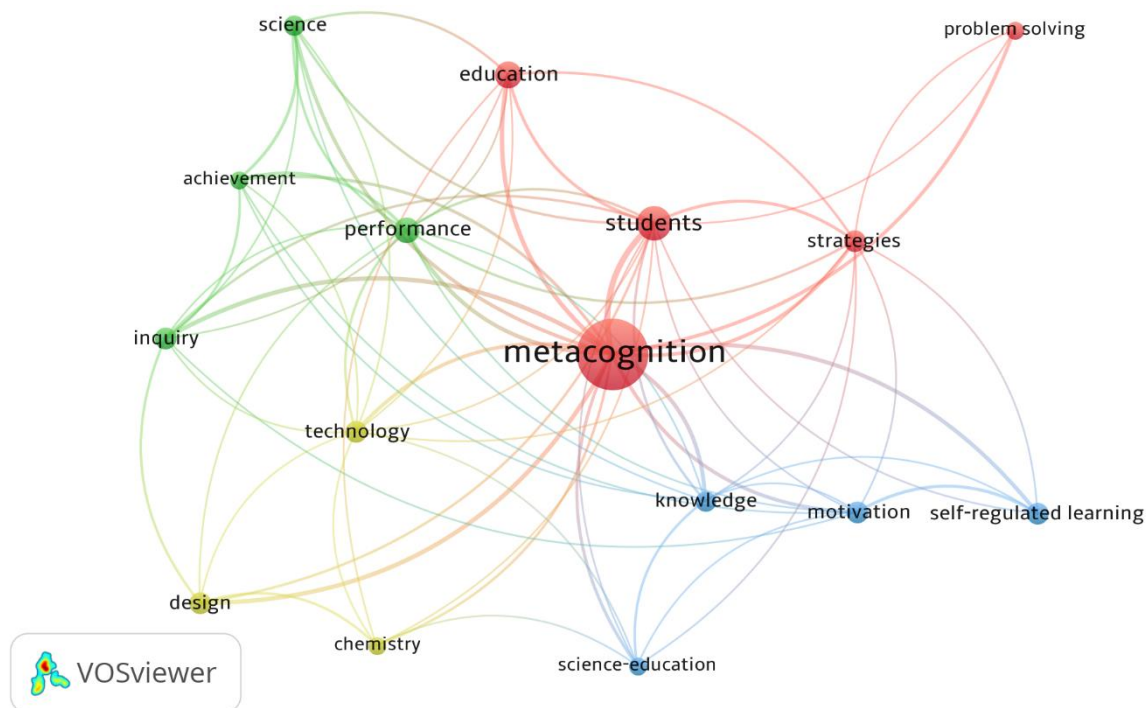
Nessa perspectiva, também é pertinente ressaltar que grande parte dos artigos mais citados analisados esteve voltada para o ensino de ciências na educação superior. Destarte, pesquisas envolvendo essa temática na educação básica demonstram-se escassas, restringindo-se essencialmente para cursos de graduação nas áreas de ciências e tecnologia. Quanto às tecnologias digitais mais utilizadas observadas nesses trabalhos, encontram-se atividades de pesquisa e exercícios utilizando o computador, o Sistema de Resposta a Audiência (SRA), plataformas *online* interativas, simulações e laboratórios virtuais. Além disso, tais estudos

buscaram prestigiar trabalhos produzidos em cooperação com grupos de pesquisas, baseando-se na motivação para a resolução de problemas.

5.2 ANÁLISE RELACIONAL

A partir dos dados obtidos, realizou-se a análise relacional ou de coocorrência dos termos de busca – descritores – em que foram gerados os *clusters* representados pela Figura 3. Esta técnica permite identificar a existência de relação entre as palavras-chave presentes nos textos que são agrupadas conforme sua proximidade. Nesta pesquisa, todas as imagens obtidas seguiram a padronização de resolução 1.0 do *software VOSviewer*.

Figura 3 – *clusters* gerados a partir da coocorrência de palavras-chave



FONTE: Dados da pesquisa.

Portanto, com base nos resultados, observou-se a existência de dezesseis elementos agrupados com sessenta e nove conexões em quatro *clusters* (indicados pela coloração vermelho, azul, verde e amarelo), que, conseqüentemente, indicam quatro abordagens gerais presentes na literatura diante da temática metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências. O termo mais citado e recorrente entre as publicações, “metacognição”, insere-se no centro do mapa de relações e, quanto mais espessas as linhas que interligam as palavras, maior é a conexão entre os conceitos.

Nessa direção, o *cluster* vermelho apresentou cinco elementos, ou palavras-chave principais, a citar: educação, metacognição, resolução de problemas, estratégias e estudantes. Isto posto, os autores inseridos nesse *cluster* discutem a implementação de modelos e estratégias como ações e/ou atitudes para atingir os objetivos estabelecidos e/ou a resolução de problemas

no âmbito metacognitivo. Ou seja, levantar estratégias adequadas para o desenvolvimento de tarefas e realização de avaliações no processo de aprendizagem.

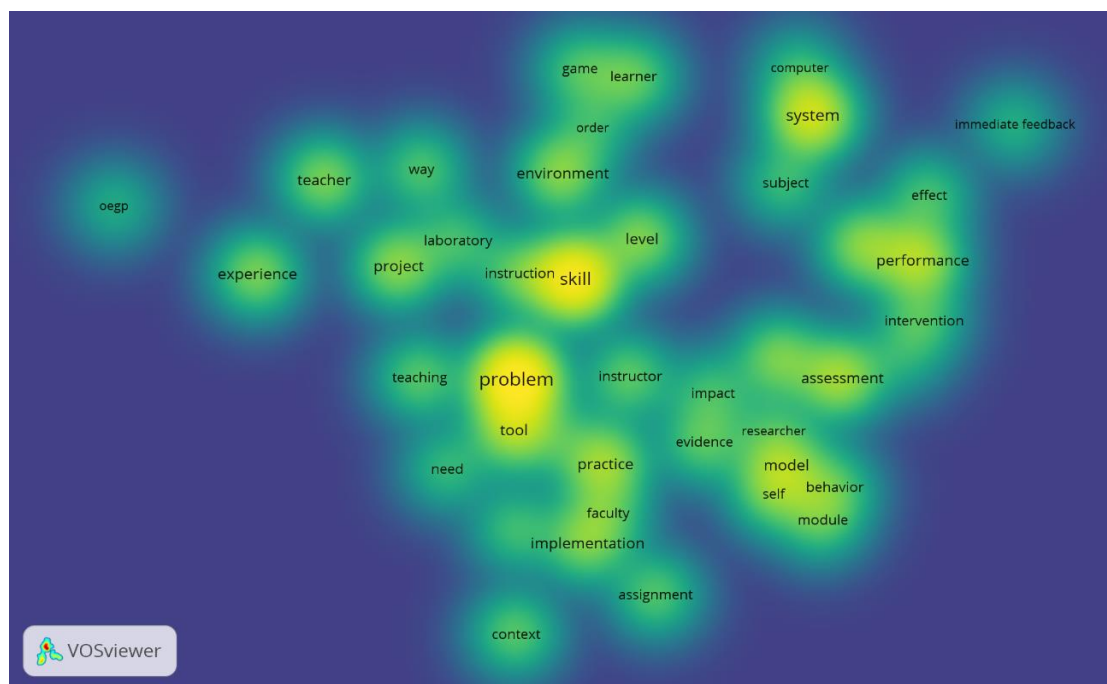
Por conseguinte, o *cluster* azul contempla quatro elementos-chave: conhecimento, motivação, educação em ciências e aprendizagem autorregulada. Nesse viés, cabe lembrar que a autorregulação é um dos componentes da metacognição e abrange o planejamento, o monitoramento e a avaliação antes, durante ou após o desenvolvimento das tarefas. Portanto, a aprendizagem autorregulada consiste em monitorar o próprio aprendizado de maneira contínua e autoavaliar-se, um processo que é favorecido pela motivação intrínseca do sujeito (BLOOM, 2012; OATES, 2019). Nessa conjuntura, os autores presentes *cluster* destacaram a utilização de estratégias como o *feedback* imediato e ambientes virtuais para o desenvolvimento metacognitivo, especialmente no que tange à autorregulação.

Na sequência, o *cluster* verde, abarca quatro elementos-chave: realização, investigação, desempenho e ciência. Neste caso, o desempenho é compreendido como o resultado do aprendiz diante da realização das tarefas propostas, ou seja, seu rendimento. E, nesse sentido, este agrupamento canaliza suas discussões para investigar comportamentos e/ou percepções dos estudantes frente às atividades desenvolvidas, ou aplicadas, que envolvem principalmente projetos em grupos, experiências em laboratório e jogos em ambientes de aprendizagem.

Por fim, o *cluster* amarelo, abrangeu três elementos-chave: química, *design* e tecnologia. Deste modo, este agrupamento se encontra debruçado em pesquisas que se fundamentam em tecnologias como um todo quando observado principalmente na área de química. A empregabilidade desses recursos para o desenvolvimento metacognitivo trata-se de um campo vasto de investigação e, esses autores, concentraram-se no impacto e/ou consequências proporcionadas pelas propostas de intervenção pedagógicas.

Com efeito, a partir das discussões predecessoras, cada *cluster* foi categorizado conforme sua abordagem teórica em: estratégias metacognitivas (vermelho), autorregulação (azul), projetos e experiências (verde) e intervenção (amarelo). Em outras palavras, essas abordagens dizem respeito sobre como a temática metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências é discutida na literatura.

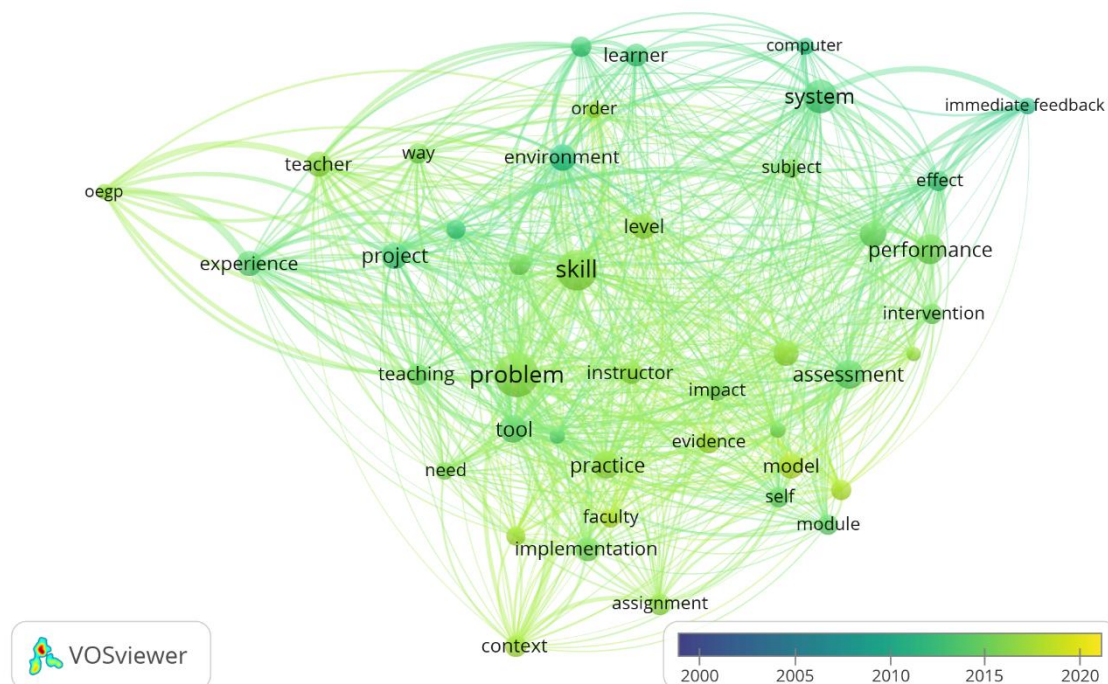
Nessa seara, também foram analisados os termos gerais que apareceram com maior frequência nos títulos e resumos dos artigos analisados, através da visualização em densidade, conforme demonstrado pela Figura 4. O termo “problema” foi o mais utilizado entre todas as produções, podendo ser observado pela coloração em tom mais acentuadamente amarelado que os demais, o que representa maior densidade de publicações sobre metacognição e TD numa perspectiva voltada para a resolução de problemas, seguido de “habilidades”. Ademais, palavras como “sistema”, “desempenho”, “modelo” e “ferramentas” também foram bastante citadas. Isso pode estar relacionado ao fato de que os modelos de estratégias metacognitivas aparecem entrelaçados à resolução de problemas e desenvolvimento de competências e habilidades na literatura.

Figura 4 – visualização em densidade da frequência dos termos dos títulos e resumos

FONTE: Dados da pesquisa.

Ainda, nesse prisma, inferiu-se que grande parte dos trabalhos se encontram debruçados tanto sobre o estudo da metacognição quanto ao desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas com ênfase no desempenho do estudante diante dos conteúdos. Para isso, as pesquisas abarcaram o uso de diferentes recursos ou ferramentas tecnológicas para possibilitar a aplicação de estratégias para fomentar o desenvolvimento metacognitivo no contexto de aprendizagem em ciências. Tais estratégias incluem experiências, laboratórios, *feedback* imediato, trabalhos e projetos em grupos e jogos com aporte das tecnologias digitais.

Além disso, podemos avaliar quais termos foram mais citados ao longo dos anos nas referidas publicações que fazem parte do universo amostral deste estudo a partir da apresentação em sobreposição, conforme demonstrada pela Figura 5, e, seguindo o recorte temporal adotado nesta pesquisa. Deste modo, observou-se que a maioria das palavras anteriormente mencionadas passou a ser mais citada a partir de 2010. No entanto, termos como: “modelo”, “faculdade”, “grupos abertos”, “contexto” e “evidência”, apresentaram-se mais recentes. Tais observações podem ser explicadas tendo em vista que as publicações começaram a ser impulsionadas somente no ano de 2007 e com seu ápice apenas em 2019.

Figura 5 – visualização em sobreposição dos termos de títulos e resumos

FONTE: Dados da pesquisa.

Com efeito, partindo dessa representação, observou-se que a frequência do uso desses termos se encontra intimamente relacionada à sua evolução cronológica referente à produção de trabalhos na área. Deste modo, verifica-se a emergência desses estudos, que estão em expansão em decorrência das transformações tecnológicas vivenciadas. E, nessa concepção, interferem e influenciam no âmbito social, político, econômico e cultural, em que a escola por estar inserida nesse contexto carrega consigo o legado de refletir tais mudanças no campo educacional. Sobretudo, nos processos de ensino e aprendizagem, embora isto ocorra com uma velocidade bem menor quando comparada com o avanço tecnológico.

Finalmente, é oportuno destacar que as produções na área de investigação são complementares, pois as abordagens, apesar de distintas, encontram-se relacionadas entre si. Em outras palavras, todos os artigos aqui analisados se basearam na fundamentação atrelada à metacognição e às tecnologias digitais e, buscaram, de formas e/ou perspectivas diferentes, levantar discussões sobre esse tema de investigação no ensino de ciências.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da Revisão Bibliométrica conduzida, em se tratando do panorama de publicações na área de metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências, tendo em vista as análises realizadas, buscou-se responder ao questionamento inicial. Deste modo, quanto ao panorama e estrutura conceitual das publicações científicas na temática de investigação constatou-se a escassez de produções que interliguem a metacognição com as TD. Contudo, apesar de se iniciarem no ano de 2001, as publicações foram impulsionadas somente a partir de 2007 e,

portanto, pode-se inferir que representa uma seara de investigação que se encontra em expansão. Ademais, parte significativa das pesquisas ainda é produzida nos Estados Unidos, porém, observam-se trabalhos provenientes de vários outros países, em todos os continentes. Tais constatações corroboram com o fato de que os estudos sobre metacognição estão se expandindo ao estabelecer conexões com outros temas, em especial, com as tecnologias digitais que podem fornecer aporte para estratégias que visem o conhecimento cognitivo e/ou a autorregulação.

Por conseguinte, através da análise minuciosa dos artigos mais citados, verificou-se a tendência na produção de pesquisas mistas, ou seja, qualitativas e quantitativas, de direcionamento empírico. Adicionalmente, outra tendência, trata-se do foco para a educação superior, em cursos de graduação da área de ciências, com poucos trabalhos voltados para a educação básica. Nesse sentido, percebe-se que trazer contribuições para ensino fundamental e médio é imprescindível para ampliarmos os conhecimentos acerca da tríade formada pela metacognição, TD e ensino de ciências, o que evidencia um campo promissor para pesquisas.

Diante das análises relacionais, evidenciaram-se discussões voltadas para estratégias metacognitivas, autorregulação, projetos e experiências e, intervenção, onde cada abordagem canaliza seus levantamentos para situações específicas de aprendizagem. Logo, pode-se traçar quatro grandes vertentes de pesquisas em que estão direcionados os estudos envolvendo metacognição e TD. A partir disso, verificou-se a existência de discussões distintas, porém complementares e, como citado anteriormente, elas evidenciaram algumas lacunas – como a apresentação de práticas instrucionais específicas que promovam a aprendizagem metacognitiva dos aprendizes – que podem possibilitar a abertura de novos eixos de investigação, tais como, o uso das tecnologias como ferramenta metacognitiva, ou ainda, as ferramentas tecnológicas de educação podem ajudar os alunos a gerenciar informações de muitas maneiras diferentes que contribuam com a autorregulação de suas aprendizagens sobre conteúdos científicos. Logo, percebe-se que a tecnologia pode ser usada para apoiar o desenvolvimento da metacognição dos alunos ao ajudá-los a compreender como se constrói o conhecimento.

Por fim, é importante levantar que a limitação deste estudo pode estar alocada à escolha da base de dados, e sua ampliação poderia fornecer um novo panorama, além do observado e minuciosamente discutido neste trabalho. Com isso, espera-se que este estudo possa contribuir para estender o entendimento no que tange ao desenvolvimento científico no contexto da metacognição e das tecnologias digitais no ensino de ciências, bem como realçar lacunas e tendências para abrir espaços para futuras discussões e investigações que contribuam com este campo frutífero de possibilidades que se assentam na junção da metacognição com as tecnologias.

REFERÊNCIAS

- BAKER, L.; BROWN, A. L. Metacognitive skills and reading. In: PEARSON, D. P. (Ed.). **Handbook of Reading Research**. New York: Longman, 1980.
- BARAK, M. Motivating self-regulated learning in technology education. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 20, p. 381-401, 2010.
- BLOOM, M. Self-regulated learning: goal setting and self-monitoring. **The Language Teacher**, v. 37, n. 4, p. 46-50, 2013.
- BOTTOMLEY, S.; DENNY, P. A participatory learning approach to biochemistry using student authored and evaluated multiple-choice questions. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 29, n. 5, p. 352-361, 2011.
- BROWN, A. L.; BRANSFORD, J. D.; CAMPIONE, R. A. F.; CAMPIONE, J. C. **Learning, remembering and understanding**. Massachusetts: Bolt Beranek and Newman, 1982.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (Eds.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.
- BRYDGES, R.; DUBROWSKI, A.; REGEHR, G. A new concept of unsupervised learning: directed self-guided learning in the health professions. **Academic Medicine**, v. 85, n. 10, p. 49-55, 2010.
- CADAMURO, A.; BISAGNO, E.; BERNARDO, G. A.; VEZZALI, L. VERSARI, A. Making the school smart: the interactive whiteboard against disparities in children stemming from low metacognitive skills. **Journal of E-learning and Knowledge Society**, v. 16, n. 1, p. 33-43, 2020.
- CAFÉ, L.; BRÄSCHER, M. Organização da informação e bibliometria. **Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 13, n. 1, p. 54-75, 2008.
- CHESTER, I. Teaching for CAD expertise. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 17, n. 1, p. 23-35, 2007.
- CONNELL, G. L.; DONOVAN, D. A.; CHAMBERS, T. G. Increasing the use of student-centered pedagogies from moderate to high improves student learning and attitudes about biology. **CBE Life Sciences Education**, v. 15, n. 1, p. 1-15, 2016.
- COOPER, M. M.; SANDI-URENA, S.; STEVENS, R. Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 9, n. 1, p. 18-24, 2008.
- FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 52, p. 1-30, 2019.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.
- FLAVELL, J. H.; MILLER, P. H.; MILLER, S. A. **Cognitive Development**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- GALVÃO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceito, construção e critérios de avaliação. **Revista da Ciência da Informação e Documentação**, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GURBIN, T. Metacognition and technology adoption: exploring influences. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 191, p. 1576-1582, 2015.

- JALEEL, S.; PREMACHANDRAN, P. A study on the metacognitive awareness of secondary school students. **Universal Journal of Educational Research**, v. 4, n. 1, p. 165-172, 2016.
- KLUCEVSEK, K. M.; BRUNGARD, A. B. Digital resources for students: navigating scholarship in a changing terrain. **Portal: Libraries and the Academy**, v. 20, n. 4, p. 597-619, 2020.
- KORETSKY, M.; KELLY, C.; GUMMER, E. Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories. **Journal of Engineering Education**, v. 100, n. 3, p. 540-573, 2011.
- LENINE, E.; MÖRSCHBÄCHER, M. Pesquisa bibliométrica e hierarquias do conhecimento em Ciência Política. **Revista Brasileira de Ciência Política**, n. 31, p. 123-160, 2020.
- LIU, E. Z. F.; LIN, S. S. J.; CHIU, C. H.; YUAN, S. M. Web-based peer review: the learner as both adapter and reviewer. **IEEE Transactions on Education**, v. 44, n. 3, p. 246-251, 2001.
- LOCATELLI, S. W. **Tópicos de Metacognição: para aprender e ensinar melhor**. Curitiba: Appris, 2014.
- LOPES, R. C.; CASTRO, D. T. A importância das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. **Humanidades e Inovação**, v. 2, n. 2, p. 75-82, 2015.
- OATES, S. The importance of autonomous, self-regulated learning in primary initial teacher training. **Frontiers in Education**, v. 4, n. 102, p. 1-8, 2019.
- RODRIGUES, R. F.; CASTRO, D. T. The challenges of education in front of new technologies. **Revista Observatório**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2020.
- ROSA, C. T. W.; CORRÊA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Metacognição e seus 50 anos: cenários e perspectivas para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, p. 267-291, 2021.
- ROSA, C. T. W.; CORRÊA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Metacognição e seus 50 anos: uma breve história da evolução do conceito. **Revista Educar Mais**, v. 4, n. 3, p. 703-721, 2020.
- SANDI-URENA, S.; COOPER, M. M.; GATLIN, T. A.; BHATTACHARYYA, G. Students' experience in a general chemistry cooperative problem-based laboratory. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 12, p. 434-442, 2011.
- SCARANTTI, D. R. Inclusão digital: comunicação e educação para o desenvolvimento. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 7, p. 1-14, 2017.
- SHEN, C.Y.; LIU, H. C. Metacognitive skills development: a web-based approach in higher education. **The Turkish Online Journal of Education Technology**, v. 10, n. 2, p. 140-150, 2011.
- SMITH, M. J. An exploration of metacognition and its effect on mathematical performance in differential equations. **Journal of the Scholarship of teaching and Learning**, v. 13, n. 1, p. 100-111, 2013.
- SOUZA, E. P. Educação em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Cadernos de Ciências Sociais e Aplicadas**, v. 17, n. 30, p. 110-118, 2020.
- VICKREY, T.; ROSPLOCH, K.; RAHMANIAN, R.; PILARZ, M.; STAINS, M. Research-based implementation of peer instruction: a literature review. **CBE Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2015.
- ZIMMERMAN, B. J. Becoming a self-regulated learner: which are the key subprocesses? **Contemporary Educational Psychology**, v. 11, n. 4, p. 307-313, 1986.